



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

TESIS

**Morfometría y dinámica espacio-temporal de
parámetros fisicoquímicos, batimetría y
sedimentos del sistema lagunar la Joya-
Buenavista, Chiapas, México**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
**LICENCIADA EN BIOLOGÍA MARINA Y MANEJO
INTEGRAL DE CUENCAS**

PRESENTA

NANCY JACQUELINE LÓPEZ RAMÍREZ

Tonalá Chiapas, Agosto 2024





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

TESIS

**Morfometría y dinámica espacio-temporal
de parámetros fisicoquímicos, batimetría y
sedimentos del sistema lagunar la Joya-
Buenavista, Chiapas, México**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
**LICENCIADA EN BIOLOGÍA MARINA Y
MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS**

PRESENTA

NANCY JACQUELINE LÓPEZ RAMÍREZ

Director

M. en C. JOSÉ REYES DÍAZ GALLEGOS

Asesor

DR. ARCADY USCANGA MARTÍNEZ

Tonalá, Chiapas, Agosto 2024





Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Dirección de Servicios Escolares
Departamento de Certificación Escolar
Autorización de impresión



Lugar: Tonalá, Chiapas
Fecha: 27 de agosto de 2024

C. Nancy Jacqueline López Ramírez

Pasante del Programa Educativo de:

Licenciatura en Biología marina y Manejo integral de cuencas

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
**MORFOMETRÍA Y DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS,
BATIMETRÍA Y SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR LA JOYA-BUENAVISTA,
CHIAPAS, MÉXICO.**

En la modalidad de **TESIS**

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Mtro. Alexis Fanuel Velasco Ortiz

Dr. Emilio Ismael Romero Berny

Dr. Arkady Uscanga Martínez

Firmas:

AGRADECIMIENTOS

Con profunda estima y reconocimiento, extiendo mi más sincera gratitud a todas las personas que contribuyeron a la realización de esta tesis, en especial a:

El cuerpo académico del Centro de investigaciones costeras (CEICO) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) sede Tonalá, Chiapas por todo su conocimiento en mi formación académica.

A mi director de tesis M.C. José Reyes Díaz Gallegos cuyo conocimiento experto y consejo crítico han sido insustituibles. Su confianza en mi capacidad y su ayuda oportuna han sido los pilares de este trabajo.

La comisión revisora de esta tesis. Dr. Arcady Uscanga Martínez, Dr. Emilio Romero Berny y M.C. Alexis Fanuel Velasco Ortiz, cuya perspicacia y dirección crítica han sido fundamentales para la culminación de este estudio. Su compromiso y aportaciones constructivas han sido esenciales para afinar mi investigación.

La +Pas. Biól. Mar. Angélica Flores Navarro por su apoyo en muestreos de la primera etapa de esta investigación, agradezco profundamente su tiempo y su amistad a lo largo de la carrera y todos los momentos vividos durante nuestra bella amistad son los recuerdos que guardaré siempre en mi corazón.

El Biól. Mar. Luis Alberto Altamirano Pérez y al Biól. Mar. Sergio Castillo, por su apoyo en muestreos en situ en esta investigación y por lo consiguiente en laboratorio de SIG de la institución.

Mis amigos Biól. Mar. Eli Lorenzana Vázquez, Pas. Biól. Mar. Gerardo Zavala Escobar, Pas. Biól. Mar. Zunico de la Rosa Martínez y Biól. Mar. Rigel Solís Torres quienes son personas optimistas, positivas y sencillas, quienes estuvieron conmigo en los momentos de estrés y alegría durante este largo y retador camino. Su apoyo, confianza, soporte y cariño han sido invaluable.

Mi pequeña familia gracias a su apoyo y confianza pude concluir mi carrera, por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante, por brindarme los recursos necesarios, estar siempre conmigo apoyándome y aconsejándome.

DEDICATORIA

A mis abuelos: +Sr. Concepción Ramírez de los Santos, +Sra. Encarnación Gómez López.

Ustedes fueron el pilar principal de haberme dado el ser más maravilloso y amado que fue mi madre, agradezco sus cuidados, apoyo y amor. Mamá Chonita gracias por tanto y por dejarme los mejores recuerdos que estarán por siempre en mi corazón. Este logro se los dedico a ustedes hasta el cielo, los amo.

A mi madre: + Sra. Marta Ramírez Gómez.

Agradezco tanto a la vida por tenerte como mi madre, fuiste lo máspreciado en mi vida, gracias por enseñarme valores de perseverancia y dedicación, por estar conmigo en mis momentos de tristeza y felicidad, tus palabras de aliento estarán presentes en mi corazón siempre. Sin tu presencia física, mi camino en la elaboración de esta tesis ha sido difícil, pero tu espíritu y recuerdos me han dado fuerza para seguir adelante. Tu ejemplo de valentía y sacrificio continúa inspirándome a superar cualquier obstáculo, gracias por tanto mami, aunque no estés físicamente presente, sé que estás sonriendo desde el cielo y estas orgullosa que concluí esta promesa. Gracias por todo, mami. Te amo.

A mi padre: Sr. Jorge López Salazar. Esta tesis es un tributo a tu influencia y apoyo en mi educación, cada sacrificio que hiciste por mi educación es invaluable. Gracias Papá por estar siempre presente.

A mi hermano: Ing. Jorge Luis López Ramírez. Quien siempre me ha motivado a seguir adelante en todo momento. Gracias por tu apoyo y por enseñarme la importancia del esfuerzo, la dedicación y el trabajo constante.

A mi hijo: Milán José Díaz López. Tu llegada a mi vida ha sido lo más hermoso. Eres fuente de inspiración y superación, siempre serás lo más importante en mi vida, hoy he dado un paso para servir de ejemplo a la persona que más amo este mundo, gracias a ti he decidido crecer como persona y profesional. Espero que un día comprendas que te debo lo que soy ahora y este logro sirva de herramienta para guiar cada uno de tus pasos. Gracias por formar parte de esto, lo logramos juntos. Te amo Milán.

INDICE

I.	INTRODUCCION	22
II.	MARCO TEORICO	26
	2.1 Lagunas costeras	26
	2.2 Morfometria de sistemas lagunares	26
	2.3 Parámetros fisicoquímicos en sistemas lagunares	27
	2.3.1 Temperatura	27
	2.3.2 Oxígeno disuelto	28
	2.3.3 Potencial de hidrogeno	28
	2.3.4 Salinidad	29
	2.3.5 Transparencia	30
	2.3.6 Conductividad especifica	30
	2.4 Batimetría	30
	2.5 Sedimentos en sistemas lagunares	31
	2.6 Distribución de sedimentos en lagunas costeras	32
	2.7 Problematicas de las lagunas costeras	32
	2.7.1 Biologicos	32
	2.7.2 Fiscos	32
	2.7.3 Geologicos	33
	2.7.4 Antropogenicos	33
III.	ANTECEDENTES	34
IV.	OBJETIVOS	39
	4.1 Objetivo general	40
	4.2 Objetivos especificos	40
	4.3 Hipotesis	40
V.	AREA DE ESTUDIO	41
	5.1 Caracteristicas fisicas y clima	41
	5.2 Flora	43
	5.3 Fauna	43
	5.4 Impactos directos e indirectos del SLJB	43
VI.	METODO	44
	6.1 Diseño de muestreo	44
	6.2 Trabajo en campo	47
	6.2.1 Levantamiento de parámetros fisicoquímicos	47
	6.2.2 Obtención de datos de oxígeno disuelto y conductividad especifica	48
	6.2.3 Muestras de salinidad en época de secas y lluvias del año 2015	49
	6.2.4 Obtención de datos de transparencia	50
	6.3 Batimetría del SLJB del año 2015 en épocas de estiaje y lluvias	51
	6.4 Muestreo de sedimento del SLJB en año 2015	53
	6.4.1 Identificación de paraderos de pesca de camarón	57
	6.5 Análisis de datos	59
	6.5.1 Análisis de distribución de frecuencias	59
	6.5.2 Análisis factorial por medio del análisis de componentes principales (ACP)	59
	6.5.3 Prueba de t para muestras relacionadas	60
	6.6 Trabajo en laboratorio de SIG	60

6.7. Indices morfometricos	61
VII. RESULTADOS	69
7.1 Morfometria del SLJB temporada de secas	69
7.2 Morfometria del SLJB temporada de lluvias	72
7.3 Batimetría del SLJB temporada de secas y lluvias	75
7.4 Comportamiento de los parámetros físico químicos del SLJB en temporadas de secas y lluvias	81
7.4.1 Temperatura	81
7.4.2 Oxígeno disuelto	87
7.4.3 Potencial de hidrogeno	92
7.4.4 Salinidad	97
7.4.5. Transparencia	102
7.4.6 Conductividad especifica	108
7.5. Distribución espacial de los sedimentos en el SLJB	113
7.6 Análisis estadístico de la profundidad y los parámetros fisicoquímicos del SLJB en la temporada de seca y lluvias del año 2015.	117
7.6.1 Análisis de componentes principales (ACP temporada de secas)	117
7.6.2 Análisis de componentes principales (ACP temporada lluvias).	119
7.6.3 Graficas de dispersión temporada de secas del año 2015 de la profundidad y parámetros fisicoquímicos del Sistema Lagunar la Joya y Sistema Lagunar Buenavista.	123
7.6.4 Graficas de dispersión temporada de lluvias del año 2015 de la profundidad y parámetros fisicoquímicos del SLJ y SLB.	125
8.7 Comparación de la profundidad y los parámetros fisicoquímicos en la temporada de seca SLJ y SLB.	127
8.7.1 Profundidad temporada de secas para el SLJ Y SLB	127
8.7.2 Temperatura en temporada de secas para el SLJ Y SLB	128
8.7.3 Oxígeno disuelto en temporada de secas para el SLJ Y SLB.	130
8.7.4 Potencial de hidrogeno en temporada de secas para el SLJ Y SLB.	131
8.7.5 Salinidad en temporada de secas para el SLJ Y SLB.	132
8.7.6 Transparencia en temporada de secas para el SLJ Y SLB.	133
8.7.7 Conductividad especifica en temporada de secas para el SLJ Y SLB.	134
8.8 Comparación de la batimetría y los parámetros fisicoquímicos en las temporadas de lluvia del SLJ y SLB.	135
8.8.1 Profundidad temporada de lluvias para el SLJ Y SLB.	135
8.8.2 Temperatura en temporada de lluvias para el SLJ Y SLB.	136
8.8.3 Oxígeno disuelto en temporada de lluvias para el SLJ Y SLB.	137
8.8.4 Potencial de hidrogeno en temporada de lluvias para el SLJ Y SLB.	138
8.8.5 Salinidad en temporada de lluvias para el SLJ Y SLB	139
8.8.6 Transparencia en temporada de lluvias para el SLJ Y SLB.	140
8.8.7 Conductividad especifica en temporada de lluvias para el SLJ Y SLB	141

VIII.	DISCUSIÓN	143
IX.	CONCLUSION	156
X.	PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES	157
XI.	BIBLIOGRAFIA	159

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Parámetros morfométricos (Herrera, 2002).	62
Cuadro 2	Relaciones morfométricas (Herrera, 2002).	63
Cuadro 3	Índice de diversidad de forma de Patton (Lozano <i>et al</i> ,2011).	67
Cuadro 4	Clase de valores de alargamiento (Fuentes, 2004)	68
Cuadro 5	Resultados de los parámetros morfométricos de temporada de seca abril 2015 del sistema lagunar la Joya Buenavista.	70
Cuadro 6	Resultados de parámetros morfométricos de temporada de lluvias del sistema lagunar la Joya Buenavista, octubre 2015.	73
Cuadro 7	Estadísticos descriptivos de los datos de profundidad (valor mínimo, máximo, media y desviación estándar) del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015.	75
Cuadro 8	Distribución de frecuencia de la profundidad del SLJB, en la temporada de seca del año 2015.	79
Cuadro 9	Distribución de frecuencia de la profundidad del SLJB, en la temporada de lluvia del año 2015.	80
Cuadro 10	Estadísticos descriptivos de los datos de temperatura del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015.	81
Cuadro 11	Distribución de frecuencia de temperatura del SLJB, en la temporada de seca del año 2015.	85
Cuadro 12	Distribución de frecuencia de temperatura del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.	86
Cuadro 13	Estadísticos descriptivos de los datos de oxígeno disuelto del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015.	87
Cuadro 14	Distribución de frecuencia de oxígeno disuelto del SLJB, en la temporada de secas del año 2015.	90
Cuadro 15	Distribución de frecuencia de oxígeno disuelto del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.	91
Cuadro 16	Estadísticos descriptivos de los datos de Ph del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015.	92
Cuadro 17	Distribución de frecuencia de potencial de hidrogeno del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.	95
Cuadro 18	Distribución de frecuencia de potencial de hidrogeno del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.	96

Cuadro 19	Estadísticos descriptivos de los datos de salinidad del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015	97
Cuadro 20	Distribución de frecuencia de la salinidad del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.	100
Cuadro 21	Distribución de frecuencia de la salinidad del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.	101
Cuadro 22	Estadísticos descriptivos de los datos de transparencia del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015	102
Cuadro 23	Distribución de frecuencia de la transparencia del SLJB, en la temporada de secas del año 2015.	106
Cuadro 24	Distribución de frecuencia de la transparencia del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.	107
Cuadro 25	Estadísticos descriptivos de los datos de conductividad específica del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015	108
Cuadro 26	Distribución de frecuencia de la CE del SLJB, en la temporada de secas del año 2015.	111
Cuadro 27	Distribución de frecuencia de la CE del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.	112
Cuadro 28	Distribución de frecuencia de los sedimentos del sistema lagunar Joya Buenavista.	115
Cuadro 29	Matriz de correlaciones del sistema lagunar Joya Buenavista en temporada de secas 2015.	117
Cuadro 30	Varianza total explicada de cada uno de los componentes del ACP, aplicado a los datos de profundidad, parámetros fisicoquímicos del SLJB, de la temporada de secas del año 2015.	118
Cuadro 31	Matriz de componentes rotados (Varimax con Kaiser) del ACP, de los datos de profundidad y parámetros fisicoquímicos del SLJB, de la temporada de seca del año 2015.	119
Cuadro 32	Matriz de correlaciones del sistema lagunar Joya Buenavista en temporada de lluvias 2015.	120
Cuadro 33	Varianza total explicada de cada uno de los componentes del ACP, aplicado a los datos de profundidad, parámetros fisicoquímicos del SLJB, de la temporada de lluvias del año 2015	121
Cuadro 34	Matriz de componentes rotados (Varimax con Kaiser) del ACP, de los datos de profundidad y parámetros fisicoquímicos del SLJB, de la temporada de lluvias del año 2015.	122

Cuadro 35	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de profundidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.	127
Cuadro 36	Prueba de muestras relacionadas de los datos de profundidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.	128
Cuadro 37	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de temperatura del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.	129
Cuadro 38	Prueba de muestras relacionadas de los datos de temperatura del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.	130
Cuadro 39	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de oxígeno disuelto del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.	130
Cuadro 40	Prueba de muestras relacionadas de los datos de oxígeno disuelto del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.	130
Cuadro 41	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos del potencial de hidrogeno del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.	131
Cuadro 42	Prueba de muestras relacionadas de los datos del potencial de hidrogeno del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.	131
Cuadro 43	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de la salinidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.	132
Cuadro 44	Prueba de muestras relacionadas de los datos de salinidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.	132
Cuadro 45	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de transparencia del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.	133
Cuadro 46	Prueba de muestras relacionadas de los datos de transparencia del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.	133

Cuadro 47	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de conductividad específica del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de seca del año 2015.	134
Cuadro 48	Prueba de muestras relacionadas de los datos de CE del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de seca del año 2015.	134
Cuadro 49	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de profundidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvias del año 2015.	135
Cuadro 50	Prueba de muestras relacionadas de los datos de profundidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvia del año 2015.	136
Cuadro 51	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de temperatura del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvias del año 2015.	136
Cuadro 52	Prueba de muestras relacionadas de los datos de temperatura del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvia del año 2015.	137
Cuadro 53	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de oxígeno disuelto del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvias del año 2015	137
Cuadro 54	Prueba de muestras relacionadas de los datos de oxígeno disuelto del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvia del año 2015	138
Cuadro 55	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de pH del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvias del año 2015.	138
Cuadro 56	Prueba de muestras relacionadas de los datos de pH del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvia del año 2015.	139
Cuadro 57	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de salinidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvias del año 2015.	139

Cuadro 58	Prueba de muestras relacionadas de los datos de salinidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvia del año 2015.	140
Cuadro 59	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de transparencia del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvias del año 2015.	140
Cuadro 60	Prueba de muestras relacionadas de los datos de la transparencia del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvia del año 2015	141
Cuadro 61	Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de CE del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvias del año 2015.	141
Cuadro 62	Prueba de muestras relacionadas de los datos de CE del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvia del año 2015.	142
Cuadro 63	Comparacion de parámetros morfométricos (Herrera, 2002), (Ríos & Perez, 2018).	143

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación geográfica del sistema lagunar Joya Buenavista	42
Figura 2	Ubicación de punto de muestreo con ayuda de mapa de distribución y GPS map Garmin 76CSx a un margen de error a $2\pm$ m	45
Figura 3	GPS map Garmin 70CSx y GPS map Garmin 60CSx	45
Figura 4	Distribución de estaciones de muestreo con cuadrantes de 500 por 500m, en total se establecieron 111 estaciones de muestreo	46
Figura 5	Obtención de parámetros fisicoquímicos con un Multiparametro HACH HQD Field Case cat.No582S8-00 a una profundidad de 30 a 40 cm	47
Figura 6	Muestra de toma de oxígeno disuelto y conductividad con un YSI 85 oxigen conductivity salinity & temperature de 30 o 40cm de profundidad	48
Figura 7	Refractómetro VITAL SINE SR-6 para obtener la cantidad de salinidad	49
Figura 8	Medición de transparencia del agua mediante un disco de Secchi	50
Figura 9	Medición de profundidad con regleta graduada	51
Figura 10	Corroboración de profundidad de la laguna con ayuda de un flexometro de 5m en cada estación de muestreo	52
Figura 11	Anotación de datos en libreta de campo de cada punto de muestreo que se georreferencio con el GPS 70csx	52
Figura 12	Extracción de muestra de sedimento con tubo de PVC al vacío, identificación y obtención de cada una de ellas.	53
Figura 13	Muestra de sedimento (materia orgánica con conchas).	54
Figura 14	Muestra de sedimento (Limoso)	54
Figura 15	Muestra de sedimento (Limoso con conchas)	55
Figura 16	Muestra de sedimento (Materia orgánica con arcilla)	55
Figura 17	Muestra de sedimento limoso-arcilloso	56
Figura 18	Identificación de muestra limoso-arcilloso	56
Figura 19	Paraderos esporádicos para la pesca de camarón en el sistema lagunar Joya Buenavista.	57
Figura 20	Paraderos construidos por pescadores para la captura de camarón	58
Figura 21	Pescador riverense cercano a los paraderos esporádicos	58
Figura 22	Mapa morfométrico en temporada de secas de sistema lagunar Joya Buenavista.	71
Figura 23	Mapa morfométrico en temporada de lluvias de sistema lagunar Joya Buenavista	74
Figura 24	Grafica de caja de profundidad en temporada de secas y lluvias.	75
Figura 25	Comportamiento de la profundidad en temporada de secas y de lluvias	76
Figura 26	Mapa batimétrico en temporada de lluvias y secas de sistema lagunar Joya Buenavista.	78

Figura 27	Histograma de frecuencia del SLJB de la profundidad en temporada de estiaje del año 2015.	79
Figura 28	Histograma de frecuencia del SLJB de la profundidad en temporada de lluvias del año 2015.	80
Figura 29	Grafica de cajas de temperatura en secas y lluvias.	81
Figura 30	Comportamiento de temperatura del SLJB en temporada de secas y lluvias.	82
Figura 31	Mapa de distribución de temperatura en temporada de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.	84
Figura 32	Histograma de frecuencia del SLJB de la temperatura en temporada de estiaje del año 2015.	85
Figura 33	Histograma de frecuencia de temperatura del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.	86
Figura 34	Grafica de cajas de oxígeno disuelto en secas y lluvia.	88
Figura 35	Comportamiento del OD del SLJB en temporada de secas y lluvias.	88
Figura 36	Mapa de distribución de oxígeno disuelto (OD) en temporada de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.	89
Figura 37	Histograma de frecuencia del SLJB del oxígeno disuelto en temporada de estiaje del año 2015.	90
Figura 38	Histograma de frecuencia del SLJB del oxígeno disuelto en temporada de lluvias del año 2015.	91
Figura 39	Grafica de cajas de Ph en temporada de secas y lluvias.	92
Figura 40	Comportamiento del Ph del SLJB en temporada de secas y lluvia.	93
Figura 41	Mapa de distribución de pH en temporada de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.	94
Figura 42	Histograma de frecuencia del SLJB del potencial de hidrogeno en temporada de estiaje del año 2015.	95
Figura 43	Histograma de frecuencia del SLJB del potencial de hidrogeno en temporada de lluvias del año 2015.	96
Figura 44	Grafica de cajas de salinidad en temporada de secas y lluvias.	97
Figura 45	Comportamiento de la salinidad del SLJB en temporada de secas y lluvias.	98
Figura 46	Mapa de distribución de salinidad (ppt) durante el periodo de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.	99
Figura 47	Histograma de frecuencia del SLJB de la salinidad en temporada de secas del año 2015.	100
Figura 48	Histograma de frecuencia del SLJB de la salinidad en temporada de lluvias del año 2015.	101

Figura 49	Grafica de cajas de transparencia en temporada de secas y lluvias.	103
Figura 50	Comportamiento de la transparencia del SLJB en temporada de secas y lluvias.	104
Figura 51	Mapa de distribución de transparencia (cm) durante el periodo de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.	105
Figura 52	Histograma de frecuencia de la transparencia del SLJB, en la temporada de secas del año 2015.	106
Figura 53	Histograma de frecuencia de la transparencia del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.	107
Figura 54	Grafica de cajas de transparencia en temporada de secas y lluvias.	108
Figura 55	Comportamiento de la conductividad especifica del SLJB en temporada de secas y lluvias.	109
Figura 56	Mapa de distribución de conductividad especifica (ms/sm) durante el periodo de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.	110
Figura 57	Histograma de frecuencia de la CE del SLJB, en la temporada de secas del año 2015.	111
Figura 58	Histograma de frecuencia de la CE del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.	112
Figura 59	Mapa de distribución de sedimentos, zonas de pesca durante periodo de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.	114
Figura 60	Histograma de frecuencia de los sedimentos del sistema lagunar Joya Buenavista.	116
Figura 61	Gráfico de sedimentación de los componentes del ACP aplicado a los datos de profundidad, parámetros fisicoquímicos del SLJB, de la temporada de secas del año 2015.	118
Figura 62	Gráfico de sedimentación de los componentes del ACP aplicado a los datos de profundidad, parámetros fisicoquímicos del SLJB, de la temporada de lluvias del año 2015.	121
Figura 63	Grafica de dispersión de secas de profundidad del SLJ y SLB.	124
Figura 64	Grafica de dispersión de secas de temperatura del SLJ y SLB.	124
Figura 65	Grafica de dispersión de secas de OD (mg/i) del SLJ y SLB.	124
Figura 66	Grafica de dispersión de secas del potencial de hidrogeno del SLJ y SLB.	124
Figura 67	Grafica de dispersión de secas de la salinidad (ppm) del SLJ y SLB.	124
Figura 68	Grafica de dispersión de secas de transparencia (cm) del SLJ y SLB.	124
Figura 69	Grafica de dispersión de secas de la conductividad especifica del SLJ y SLB.	124
Figura 70	Graficas de dispersión de lluvias de profundidad del SLJ y SLB.	126

Figura 71	Graficas de dispersión de luvias de temperatura del SLJ y SLB.	126
Figura 72	Graficas de dispersión de luvias de oxígeno disuelto del SLJ y SLB	126
Figura 73	Graficas de dispersión de luvias de potencial de hidrogeno del SLJ y SLB.	126
Figura 74	Grafica de dispersión de luvias de Salinidad del SLJ y SLB.	126
Figura 75	Grafica de dispersión de luvias de la transparencia del SLJ y SLB.	126
Figura 76	Grafica de dispersión de luvias de la conductividad especifica del SLJ y SLB.	126

RESUMEN

Las lagunas costeras se caracterizan por ser ecosistemas <10m, altamente productivos, considerados grandes subsidiarios de energía para los ecosistemas aledaños, sirven de medio para que se produzcan, críen y alimenten, un gran número de especies de flora y fauna. Tienen comunicación permanente o efímera con el mar, pero regularmente están protegidas por un tipo de barrera o islas arenosas. Como objetivo se realizó la morfometría y dinámica de parámetros fisicoquímicos (Temperatura, Oxígeno Disuelto, Ph, Salinidad, Transparencia y Conductividad Especifica), niveles de profundidad y distribución de sedimento de laguna costera La Joya Buenavista, Chiapas, México. Se obtuvo una recolección de los datos de batimetría, parámetros fisicoquímicos y sedimentos en el sistema lagunar la Joya Buenavista, efectuando dos muestreos (temporada de estiaje y temporada de lluvias) en el año 2015. Se estableció una cuadrícula con 111 estaciones de muestreo distribuidas en todo el sistema lagunar, las coordenadas se cargaron a los GPS map Garmin 60CSx y GPS map Garmin 76CSx, generando una ubicación precisa con un margen de error de $2\pm m$ de cada estación. Se utilizó un Multiparámetro HACH HQD Field donde se obtuvieron los datos de los parámetros fisicoquímicos del sistema lagunar, con un Refractómetro VITAL SINE SR-6 para obtuvieron los niveles de salinidad (ups), Se midió la transparencia del agua con ayuda de un disco de Secchi, se utilizó una regleta graduada de 5m para obtener los datos batimétrico, con un tubo de pvc al vacío se obtuvieron las muestras de sedimento en cada uno de los puntos de muestreo, posteriormente se identificó cada uno de ellos. Los datos batimétricos y parámetros fisicoquímicos se analizaron mediante las técnicas estadísticas de distribución de frecuencia, componentes principales (ACP), prueba de T para muestras relacionadas. El análisis morfométrico se obtuvo mediante el uso de análisis de información geográfica, se obtuvo datos en Factor de Forma, Amplitud, Coeficiente de Redondez, Índice de Forma, Razón de Circularidad, Índice de diversidad de Patton, Índice de Alargamiento del sistema lagunar. Los resultados morfométricos del sistema lagunar Joya Buenavista muestra que la laguna tiene un área de 5,021.2 ha, una longitud de 33 km, un ancho

promedio de 2.9 km, cuenta con una profundidad máxima cercana a 3m y una profundidad mínima de 0.25m, un factor de forma (Rf) de 0.04, una amplitud (w) 1521.57, un coeficiente de redondez (K) 17.03, un índice de diversidad de patton (DI) 4.25, muestra un índice de forma 4.21, un Índice de alargamiento (I_a) 6.6, los mapas batimétricos arrojaron que en la laguna se encontraron profundidades durante la temporada de secas (Abril 2015) de 97 a 133 cm, durante la temporada de lluvias (Octubre 2015) profundidades mínimas de 122cm a 156 cm. Durante el periodo de secas se predominaron zonas de temperatura de 31.55 y 32.27°C, durante la temporada de lluvias predominaron zonas de 32.07 a 32.75 °C. Los valores encontrados de bajo niveles de oxígeno disuelto con riesgo de hipoxia durante la temporada de secas fueron de 3.58 mg/l y 5.94 mg/l y los valores que predominaron de oxígeno disuelto del SLJB en temporada de lluvias fueron de 5.8 mg/l a 7.5 mg/l. Se encontraron zonas con Ph de 7.25 a 7.85 en secas y en lluvias fluyeron más zonas de 8.4 a 8.9. Respecto a la salinidad en temporada de secas predominaron zonas de 34 ups a 36 ups y en temporada de lluvias de 21ups a 23 ups. En temporada de secas la transparencia se encontró zonas de 73 cm a 89 cm y en temporada de lluvias se encontraron zonas de 88 cm a 100 cm. La conductividad específica en temporada de secas presento zonas de 52 ms/cm a 54.3 ms/cm, en lluvias presento zonas de 37 ms/cm a 39 ms/cm. El sedimento que predomino fue el limoso arcilloso y franco limoso. El SLJB se caracteriza por ser un sistema lagunar somero (promedio < 2m de profundidad), la cual tiene barreras arenosas externas, cuenta con un canal natural que atraviesa a este sistema lagunar de manera paralela a la línea de costa, indispensable en la dinámica y comportamiento fisicoquímico de este ecosistema lagunar costero, es un sistema muy alargado, presento una forma de cubeta (U) debido a la acumulación de sedimentos en el fondo, por lo cual este sistema es considerado viejo. Es un sistema complejo, desde su forma y eso afecta la circulación del agua.

Palabras claves: Batimetría, Componentes Principales (ACP), Laguna costera, Parámetros Fisicoquímicos, Sedimentos, Sistema de información Geográfica.

ABSTRACT

Coastal lagoons are characterized by being ecosystems <10m, highly productive, considered major sources of energy for the surrounding ecosystems, They serve as a means for producing, raising and feeding a large number of species of flora and fauna. They have permanent or ephemeral communication with the sea, but are often protected by a type of barrier or sandy islands. The objective was to carry out the morphometry and dynamics of physicochemical parameters (Temperature, Dissolved Oxygen, Ph, Salinity, Transparency and Specific Conductivity), depth levels and distribution of sediment from the La Joya Buenavista coastal lagoon, Chiapas, Mexico. A collection of bathymetry data, physicochemical parameters and sediments was obtained in the Joya Buenavista Lagoon System, carrying out two samplings (dry season and rainy season) in 2015. A grid was established with 111 sampling stations distributed throughout the lagoon system, the coordinates were uploaded to the GPS map Garmin 60CSx and GPS map Garmin 76CSx, generating a precise location with a margin of error of $2\pm m$ for each station. A HACH HQD Field Multiparameter was used where the data on the physicochemical parameters of the lagoon system were obtained, with a VITAL SINE SR-6 Refractometer to obtain the salinity levels (ups). The transparency of the water was measured with the help of a Secchi disk, a 5m graduated ruler was used to obtain the bathymetric data, with a vacuum PVC tube the sediment samples were obtained at each of the sampling points, each of them was later identified. The bathymetric data and physicochemical parameters were analyzed using the statistical techniques of frequency distribution, principal components (ACP), T test for related samples. The morphometric analysis was obtained through the use of geographic information analysis, data was obtained on Form Factor, Width of watershed, Roundness Coefficient, Compactness Coefficient, Circularity Ratio, Patton's Diversity Index and Elongation Index of the lagoon system. The morphometric results of the Joya Buenavista lagoon system show that the lagoon has an area of 5,021.2 ha, a length of 33 km, an average width of 2.9 km, has a maximum depth close to 3m and a minimum depth of 0.25m, a form factor (Rf) of 0.04, an width of watershed (w) 1521.57, a roundness coefficient (K)

17.03, a Patton diversity index (DI) 4.25, shows a Compactness Coefficient 4.21, an Elongation index (Ia) 6.6, The bathymetric maps showed that in the lagoon depths were found during the dry season (April 2015) of 97 to 133 cm, during the rainy season (October 2015) minimum depths of 122cm to 156 cm. During the dry period, temperature zones of 31.55 °C and 32.27°C predominated. The values found of low levels of dissolved oxygen with risk of hypoxia during the dry season were 3.58 mg/l and 5.94 mg/l and the predominant values of dissolved oxygen of the SLJB in the rainy season were 5.8 mg/l to 7.5 mg/l. Areas with Ph of 7.25 to 7.85 were found in dry conditions and in rainy conditions more areas of 8.4 to 8.9 flowed. Regarding salinity in the dry season, areas from 34 ups to 36 ups predominated and in the rainy season from 21 ups to 23 ups. In the dry season, transparency was found in areas of 73 cm to 89 cm and in the rainy season, areas of 88 cm to 100 cm were found. The specific conductivity in the dry season presented zones from 52 ms/cm to 54.3 ms/cm, in the rainy season it presented zones from 37 ms/cm to 39 ms/cm. The predominant sediment was clayey silty and silty loam. The SLJB is characterized by being a shallow lagoon system (average < 2 meters deep), which has external sandy barriers, has a natural channel that crosses this lagoon system parallel to the coastline, essential in the dynamics and physicochemical behavior of this coastal lagoon ecosystem, it is a very elongated system, I present a form of bucket (U) due to the accumulation of sediments at the bottom, which is why this system is considered old. It is a complex system, from its shape and that affects the circulation of water.

Key words: Bathymetry, Main Components, Coastal lagoon, Physicochemical Parameters, Sediments, Geographic Information System.

I. INTRODUCCION

Las lagunas costeras se caracterizan por ser depresiones cóncavas en la zona costera, que tienen comunicación permanente o efímera con el mar, pero regularmente están protegidas por un tipo de barrera o islas arenosas de origen marino, comúnmente forman sistemas lagunares interconectados por esteros y se distribuyen en forma paralela a la línea de costa, se consideran como cuerpos de agua someras y de salinidad variable (Rendón *et al.*, 2012).

Su posición normalmente las ubica como cuerpos de agua que admiten agua dulce por ríos y escurrimientos, tienen intercambios de agua con el mar a través de una o varias desembocaduras (Carbajal, 2009).

Las lagunas costeras son sistemas muy productivos, debido a la abundancia de productividad primaria, se ve reflejada en cada uno de los niveles tróficos y principalmente en las pesquerías que sustentan. También son grandes subsidiarios de energía para los ecosistemas aledaños y sirven de medio para que se produzcan, críen, alimenten, refugien y cohabiten un gran número de especies de flora y fauna acuática, contando con una alta biodiversidad junto con sistemas asociados como los manglares (Herrera, 2002). Estos ecosistemas acuáticos presentan una estrecha dinámica entre su morfología y su funcionalidad, con una amplia variación espacio-temporal, en sus parámetros morfométricos, batimétricos, hidrodinámicos e hidrogeoquímicos (Herrera, 2006). Son unidades morfológicas acuáticas de baja profundidad, constituyen un ambiente natural, producen un intercambio de materia y energía e interacción con los elementos vivos que los componen (Malacalza *et al.*, 2017).

Estos ecosistemas acuáticos representan situaciones especiales, debido a que el contacto entre el agua salina y la dulce implica una dinámica muy activa de intercambios físicos, químicos y biológicos, principalmente entre el mar y las desembocaduras de ríos (Sánchez *et al.*, 2007). Todo ello crea condiciones ambientales variables en cuanto a la salinidad del agua y su oxigenación, así como a los nutrientes en suspensión y a las condiciones de los suelos inundados.

Las lagunas costeras se distinguen por sus gradientes de salinidad que dependen mucho de la capacidad de interacción de las lagunas con el agua salada del mar abierto y de los flujos de agua dulce que varían fuertemente en las diferentes estaciones del año (Carbajal, 2009).

La dinámica en lagunas costeras es producida fundamentalmente por el sistema de vientos que causa un proceso de mezclado en la vertical que por lo general alcanza hasta el fondo de las lagunas, por este motivo, las lagunas muestran una estructura vertical homogénea, por las mareas, por la interacción de agua dulce liviana con agua de mar más pesada, es decir, por los gradientes de densidad y por la geometría del sistema que tiene efecto sobre la dinámica a través de las dimensiones de las bocas que comunican con el mar abierto, con la batimetría, con los canales, con el largo y ancho de las lagunas y en general con la morfología del sistema (Carbajal, 2009).

Otro factor importante a considerar en las lagunas costeras es su capacidad de respuesta relativamente rápida a calentamientos por radiación solar y a enfriamientos al paso de masas de aire frío. En términos generales, se puede afirmar que los gradientes verticales de parámetros hidrológicos son comúnmente pequeños (Carbajal, 2009).

En México existen 130 lagunas costeras en su extensión litoral de 11,592.77 km. (Herrera, 2002). Cada una de las lagunas, posee características y problemáticas, específicas. El estado de Chiapas cuenta con 260 km. de litoral y 21 lagunas costeras que ocupan una superficie de 16,284 ha; los sistemas lagunares que componen son El Mar Muerto, La Joya-Buenavista, Los Patos-Solo Dios, Carretas-Pereyra y Chantuto-Panzacola (Herrera, 2002).

La producción pesquera del Sistema Lagunar la Joya Buenavista (SLJB) se centra básicamente en la pesquería de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), lisa (*Mugil cephalus*), bagre chihuil (*Bagre panamensis*), mojarra prieta (*Amphilophus trimaculatus*), mojarra guamuchal (*Astatheros macracanthus*),

zambuco (*Dormitator latifrons*), Jaiba (*Callinectes arcuatus*), etc. De estas depende en gran medida la economía de las localidades alrededor del SLJB.

La problemática que presenta el SLJB es una fuerte presión debido a los efectos de deterioro generados por los asentamientos humanos, las actividades antropogénicas, y el mal manejo del ambiente. La contaminación es un punto muy relevante en el sistema, debido al uso excesivo de alimento para pollo que utilizan los pescadores para la captura de camarón, la descarga de aguas negras directas al sistema y los desechos producidos por una despulpadora y empacadora de la localidad de Cabeza de Toro, desechos fecales de las granjas porcinas en la localidad de Manuel Ávila Camacho y la Polka, consumo excesivo de bolsas y botellas plásticas que es acumulado en las orillas y el fondo del sistema lagunar. Esto contribuye día a día a aumentar los riesgos de eutrofización del SLJB. Se presenta en la laguna una tendencia a la sobrepesca de las especies que son capturadas (Rendón *et al.*, 2011).

Los sistemas estuarinos de la costa del estado Chiapas, proveen el hábitat para muchas pesquerías de gran importancia económica regional y local, principalmente la pesca del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

A pesar de la gran importancia biológica, ecológica y económica de las lagunas costeras del estado, aun se carece de información científica y detallada sobre la planeación y manejo sustentable de los sistemas lagunares. Se considera realizar estudios para la comparación y actualización de datos de dichos sistemas.

Para este fin, se realizó un estudio de la morfometría, batimetría del sistema lagunar y muestreos de parámetros hidrológicos como la temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, turbidez, conductividad eléctrica y sedimentos, relacionando así las variables de este sistema lagunar en las diferentes zonas de pesca.

Este trabajo de investigación por lo tanto contribuirá en la generación de información científica sobre la morfometría, batimetría, transparencia, caracterización de parámetros fisicoquímicos y distribución de sedimentos en el

sistema lagunar Joya Buenavista en la costa de Chiapas, así como una correlación con las de las diferentes zonas de pesca de camarón. Por lo que servirá a la comparación de resultados de diferentes autores en fechas distintas, que permita conocer la dinámica del sistema lagunar conforme al transcurso de los años.

El conocimiento detallado de la morfometría, dinámica espacio-temporal de los parámetros fisicoquímicos y distribución de sedimentos en sistemas lagunares costeros tropicales del pacífico, es fundamental porque ayuda a poder identificar los diferentes patrones de distribución y preferencia de hábitat de la mayoría de los organismos de ambientes estuarinos, principalmente peces y crustáceos, (Gutiérrez *et al*, 2006).

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Lagunas costeras

Son consideradas como depresiones costeras, someras (<10m), con su eje principal paralelo a la costa, conectada al mar temporal o permanentemente por uno o más canales y separada por una barrera física (Herrera, 2006).

Ha diferencia de un estuario que es un brazo del mar que se extiende dentro del valle de un río tan lejos como lo admita el límite superior de la marea, estando generalmente dividido en tres sectores, a) el estuario bajo o merino libremente conectado con el mar abierto, b) el estuario medio sujeto a fuerte mezcla de agua de mar y de agua dulce y, c) el estuario superior o fluvial, caracterizado por el agua dulce pero sensible a la acción diaria de la marea. Los límites entre estos sectores son variables y sujetos a constantes cambios en la descarga fluvial (Yáñez, 1987).

Una de las características fundamentales de los sistemas estuarino-lagunares es la fluctuación espacio-temporal de sus variables hidrológicas, así como su productividad primaria. Las lagunas costeras revelan particularidades en estos factores que las individualizan, al grado que una generalización a partir de sus peculiaridades induce a conclusiones que, por demasiado amplias, propician errores de apreciación de su importancia verdadera (Contreras *et al*; 1991).

2.2 Morfometría de sistemas lagunares

El análisis de cualquier tipo de sistema acuático, requiere de información y conocimiento detallado de la morfometría de la cuenca (forma) y sus dimensiones. El análisis de profundidad de un cuerpo de agua, así como el volumen, desarrollo litoral y otras relaciones morfométricas influyen de manera crítica en análisis de las propiedades físicas, químicas y biológicas de sistema hídrico.

Los parámetros morfométricos son relevantes para entender los fenómenos naturales, que se presentan en los sistemas lagunares, debido a las interacciones del medio que los rodea, como es el caso de los aportes de nutrientes, productividad biológica y muchos otros componentes estructurales y funcionales.

Este estudio de morfometría y sus relaciones dentro de un sistema lagunar puede proporcionar información en los tiempos de retención del agua, que son importantes en estudios de la remoción de sustancias tóxicas que han sido introducidas por actividades antropogénicas (Herrera, 2002).

2.3 Parámetros físico-químicos en sistemas lagunares

Los factores físico-químicos de cualquier sistema hídrico dependen de la naturaleza de las rocas y tipos de los suelos, del clima, de la calidad y cantidad del agua de entrada, de los componentes bióticos y del manejo humano. Se les considera como sistemas dinámicos, en los que los organismos no sólo son afectados por las condiciones físico-químicas, sino que también sus comunidades pueden afectar profundamente la calidad del agua (Aznar, 2000).

La abundancia está definida por el número de individuos total y es considerado un buen indicador de la calidad del agua debido a las especies tolerantes a la contaminación a menudo se presentan en grandes números. Los nichos ecológicos están definidos tanto por el espacio físico ocupado por los organismos, como su papel funcional en la comunidad y la posición en los gradientes ambientales de temperatura, oxígeno disuelto, pH, salinidad, turbidez. (Cabral, 2011). Así como el estudio de la batimetría y tipos de sedimentos.

Su funcionalidad en los sistemas lagunares es muy complejo, la variación de las condiciones físicas (temperatura, pH), químicas (oxígeno disuelto, salinidad, minerales, sólidos suspendidos), biológicas (densidad de poblaciones, plancton y diversidad de organismos.) Estas son las principales características de los sistemas hídricos y en base a ellas presentan cambios en cuanto su distribución espacio - temporal.

2.3.1 Temperatura

Para toda la biota acuática es el factor más relevante, adyacente con la salinidad, determina la solubilidad del oxígeno en el agua, influye en la tasa de producción primaria y en las reacciones metabólicas de la reproducción, adaptación y el crecimiento de las especies (CONANP, 2011).

La radiación solar en onda corta y la radiación enviada por las nubes, la atmósfera, y el vapor de agua, ya derivada la fracción reflejada en la superficie del cuerpo de agua aumenta la temperatura del agua en los sistemas lagunares (Ferraras, 2006).

2.3.2 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto en un cuerpo de agua es un factor esencial en la distribución de la vida de todos los organismos acuáticos que poseen respiración aerobia.

Los niveles de oxígeno que se dan en un sistema lagunar dependen de las actividades físico-químicas y bioquímicas que predominen en ese sistema hídrico. Su contenido está en función, de la temperatura, la presión atmosférica y la salinidad (Peña, 2007).

Esta variable en el agua es un factor primordial para la existencia del ecosistema acuático, disminuye a medida que la temperatura del agua aumenta o al aumento de la concentración de compuestos orgánicos que consumen oxígeno, por lo consiguiente las bajas concentraciones de oxígeno disuelto pueden resultar de temperaturas elevadas o altas concentraciones de materia y nutrientes orgánicos (CONANP, 2011).

En el caso de los ecosistemas lagunares éste procede principalmente de dos fuentes: de la atmosférica y de su generación por productores primarios (fitoplancton) (Contreras, 2001).

2.3.3 Potencial de hidrogeno

Parámetro considerablemente variable, justificado por la tierra que aportan los ríos, la frecuente agitación de los sedimentos, la influencia mareal, los procesos de degradación de materia orgánica en zonas profundas, asentamientos humanos e industriales. El valor promedio de pH para el océano es de 8.2; este valor aparece frecuentemente en lagunas con influencia marina (Contreras, 1985).

El pH identifica la acidez y alcalinidad del agua, para valores <8.5 hay presencia de moluscos y bivalvos, que liberan abundantes cantidades de carbonatos, por lo consiguiente a la presencia de sedimentos suspendidos de origen calcáreo.

Para valores de pH >7 hacia la acidez, a causa de la descomposición de materia orgánica y liberación de ácidos inducidos o arrastre de sustancias tóxicas de origen agrícola o industrial (Ríos y Pérez ,2018).

Las extensiones cubiertas y asociadas a bosques de manglar, comúnmente reflejan valores bajos causados principalmente por el contenido de ácidos húmicos disueltos en el agua que provienen de los manglares (Contreras, 2001).

2.3.4 Salinidad

Los valores de salinidad en las lagunas costeras varían en relación a la época climática, durante la temporada de lluvias el dominio dulceacuícola aumenta considerablemente propiciando hábitats predominantemente Mesohalino, (<5 a 18 ups), la permanencia de esto se caracteriza en función de la cantidad de los aportes de agua dulce y la intensidad de las lluvias locales, el descenso de las lluvias es relacionado con el de los aportes de ríos, atenuando el paulatino aumento de la influencia marina por medio de las mareas(Contreras, 2001).

La salinidad permite clasificar a las lagunas costeras en diferentes formas. El Sistema de Venecia (1959), se ha generalizado y categoriza los contenidos de salinidad en lagunas costeras y estuarios de la siguiente forma. Oligohalino bajo contenido de salinidad (0-5 ups), estos sistemas debido a su baja profundidad son sustratos lodosos que suelen presentar condiciones mesohalina (5-18ups) polihalino (18-25 ups) las bocas son las áreas de ingreso de mareas hacia el sistema lagunar, con condiciones euhalinas (30-35 ups) (Toledo, 2021) (Chávez; et al/2005).

La temperatura es un parámetro que hace cambiar la salinidad si presenta una elevación provoca una evaporación intensa y por lo cual hay un incremento de salinidad resultante de la concentración de sales (Ferrerías, 2006). La dinámica de las bocabarras de las lagunas tienen mayor incidencia de agua marina lo cual presentan una salinidad similar al océano. En época de lluvias el sistema podría ser mesohalino por presencia de agua fluvial y de ríos. Sin embargo en temporada de secas tienden a concentrar más salinidad debido a la evaporación del agua.

2.3.5 Transparencia

Aguas con aspecto barroso obtienen esa coloración por la suspensión de sedimentos por la acción del viento, corrientes o por aportes externos. Entre los últimos la erosión de la cuenca de drenaje, o la descarga de efluentes, pueden aumentar el nivel normal de sedimentos en suspensión, disminuyendo la penetración de la luz en el agua, y a su vez afectando o limitando la capacidad de vida de algunas comunidades biológicas (Gayenola, 2007).

2.3.6 Conductividad específica en sistemas lagunares

Es la capacidad del agua de conducir la corriente eléctrica, una medida indirecta de la cantidad de sólidos disueltos, cuando mayor sea el valor de conductividad, mayor sean los sólidos disueltos (Inga y Vanegas, 2017).

Los sólidos se hallan en la naturaleza en forma disuelta. Las sales disueltas en agua se descomponen en iones cargados positivamente y negativamente. La conductividad se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos. Los iones más positivos son sodio (Na^+), calcio (Ca^{+2}), potasio (K^+) y magnesio (Mg^{+2}). Los iones más negativos son cloruro (Cl^-), sulfato (SO_4^{-2}), carbonato, bicarbonato. Los nitratos y fosfatos no contribuyen de forma apreciable a la conductividad aunque son muy importantes biológicamente (Body 2017).

La conductividad es el valor inverso de la resistencia y se mide como la cantidad de conductancia en una distancia determinada. Las unidades son mhos/cm o Siemen^{-1} , ms/cm (milisiemens/centímetro).

La salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas (Gayenola, 2007).

2.4 Batimetría

Ciencia que estudia las profundidades marinas y sistemas lagunares, determina la topografía submarina, se utiliza para llevar a cabo levantamientos destinados a asegurar la navegación en superficie o submarina, mediciones existencias de debajo del agua o del nivel de sedimentación. Es muy útil para estudiar los fondos

marinos, en el caso de los sistemas costeros que presenta profundidades someras (<2m) estudiar su batimetría resulta accesible con métodos sencillos como una regleta graduada, una sonda atada de un plomo y un Gps para la ubicación de los puntos de muestreo. Hoy día realizar estudios batimétricos en sistemas costeros es sencillo con estos métodos prácticos y de bajo costo (Ríos y Pérez, 2018).

2.5 Sedimentos en sistemas lagunares

La interpretación de la hidrodinámica sedimentológica de un sistema lagunar es considerada como un ejercicio técnico/científico, que permite orientar un proceso planificador que sustenta correctamente la toma de medidas correctivas afines a la realidad natural y socio ambiental. En el caso de los sistemas lagunares permite analizar la dinámica que experimentan los espejos de agua en una relación directa con el comportamiento de los ríos, a partir de las fluctuaciones de caudal experimentadas de manera mensual, el arrastre de materiales a nivel de lecho fluvial y algunas valoraciones en torno al uso de la tierra en torno a la cuenca hidrográfica (Solano *et al.*, 2011).

Los sedimentos son las partículas procedentes de rocas o suelos y que son arrastradas por las aguas e incidencia vientos. Todos estos materiales, finalmente son depositados a lo largo de los propios cauces, en lagunas, en el mar y en las partes bajas de la cuenca, principalmente en la planicie, lo que da origen a la formación de ésta y a su levantamiento.

Todos los sedimentos están compuestos por cantidades variables de materia orgánica, granos minerales, fragmentos de rocas, los carbonatos, entre otros como (los óxidos de hierro, manganeso y aluminio).

El tamaño de las partículas de los sedimentos es la propiedad más importante en la comprensión de las interacciones del agua-sedimentos que lleva a la eutroficación de los sistemas lagunares.

Los productos cartográficos permiten comprobar y justificar la acumulación de depósitos de arenas de origen volcánico en las áreas depresivas de los sistemas lagunares y la consecuente modificación de la forma original que atenta contra la

estabilidad de la biota acuática y terrestre que depende de esas lagunas permanentes (Solano *et al.*, 2011).

2.6 Distribución de sedimentos en lagunas costeras

Existe una zonación en sistemas lagunares, referente a los tipos de sedimentos:

1) Parte interna (proximal o cabecera) o sector fluvial dominado por la energía del río, que induce una sedimentación gruesa acarreada aguas abajo.

2) Parte central con energía mínima, donde existe una nivelación de influencia marina y fluvial, lo cual predominan los sedimentos más finos.

3) Parte externa (distal o boca) es dominado por las corrientes de las mareas o de las olas, lo cual aportan una sedimentación gruesa (arenas), que proviene del océano (Arche, 2000).

2.7 Problemáticas de las lagunas costeras.

2.7.1 Biológicos

La considerable productividad primaria de estas áreas significa en términos de energía una sobre tasa de productividad potencial. Este exceso de energía se aprovecha algunas veces y reproduce una masa importante de organismos, principalmente filtradores (Lozano, 1957).

La abundancia de biomasa hace que la explotación sea masiva, por lo que muchas lagunas costeras muestran cuadros desalentadores en cuanto a sobrecargo de recursos (Machuca, 2014).

2.7.2 Físicos

Las zonas estuarino- lagunares son un fenómeno hidrológico que se conforma por el encuentro de agua dulce derivados de los escurrimientos locales y agua marina arrastrada por la marea (Uscanga *et al*; 2022).

La salud de los sistemas estuaricos está en función de una buena mezcla del establecimiento de los regímenes salobres o estuarinos; si domina una de las dos masas de agua, puede presentarse las siguientes condiciones:

Dominante dulceacuícola: Propicia una sobreconcentración de nutrientes que conseguiría producir una eutroficación.

Dominante marina: Hay lavado y extracción constante hacia el océano de elementos nutritivos, producción primaria y un insumo de especies depredadoras hacia el interior del sistema lagunar (Lozano, 1957).

2.7.3 Geológicos

Las lagunas costeras son eventos efímeros y con tendencia a la desaparición desde el punto de vista geológico. El constante acarreo terrígeno proveniente de ríos y de escurrimientos locales con aumentos estacionales, provoca una paulatina sedimentación sobre las cuencas, la comunicación con el mar es primordial en el mantenimiento de la laguna (Lozano, 1995).

El dragar una laguna costera debe efectuarse solo necesariamente y según el patrón de circulación y los canales mareales hechos por la propia dinámica lagunar, no se ha de hacer esa labor con criterios de dudosa procedencia, la mayoría de las veces por motivos mercantilistas (CONAPESCA 2003).

Independientemente de los estragos en la circulación del agua, existen resuspensión de grandes cantidades de materia orgánica en descomposición, que produce anoxia por el agotamiento de oxígeno implícito y daños graves para el ecosistema (Lozano, 1995).

2.7.4 Antropogénicos

Los problemas más serios de los sistemas lagunares nacen de la actividad humana, las áreas estuarinas son lugares afectados por la acumulación de diversos materiales antes de su difusión y dilución en el mar (Klimek, 2019).

Asentamientos humanos: en nuestro estado no cuentan con plantas previas de tratamiento de aguas de desecho, el uso de fertilizantes para la agricultura, el uso de alimento para pollo para la pesca y estas se vierten directamente a los sistemas hídricos.

Asentamientos industriales: La contaminación un factor que causa proporciones trágicas, además que no cuentan con tratamiento previo, los desechos son usualmente materiales pesados altamente tóxicos para la biota.

Los sistemas lagunares están interrelacionados ecológica, biológica e hidrológicamente con otros sistemas como son manglares, marismas, pantanos, ríos y playas. Con un funcionamiento complejo, pero frágil, debido a la interconexión entre los diferentes hábitats, al mismo tiempo con una importancia para la biodiversidad tropical-costera (Mendoza *et al* ,2013).

II. Antecedentes

Las lagunas pertenecen a la categoría de aguas lénticas, son cuerpos de agua dulce o salada, que ocupan el 13% de las zonas costeras así como otras extensas áreas alrededor del mundo. Tienen gran importancia ecológica, limnológica y económica, debido a que sustentan altas tasas de productividad (acuacultura), intensa actividad humana (recreación y transporte) y son importantes cuerpos receptores de agua. A pesar de su relevancia, las lagunas costeras a menudo son proclives de ser contaminadas, debido a su posición geográfica y a la sobreexplotación humana de que son objeto (González *et al*, 2019).

La Vega Escondida es una laguna ubicada al Noroeste del municipio de Tampico, Tamaulipas, dentro del área natural protegida colindante con la zona conurbada constituida por las poblaciones de Tampico, Madero y Altamira. Además del beneficio ecológico que representa, es una fuente de abastecimiento de agua potable. Por ello fue motivo de estudio para conocer su composición fisicoquímica con el fin de proteger tanto al ecosistema como a la salud humana. Este estudio evaluó la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua (pH,

conductividad eléctrica, sólidos totales, temperatura, cloruros, dureza, alcalinidad, sulfatos, demanda química de oxígeno y oxígeno disuelto) así como su distribución espacial dentro de la laguna. Los resultados obtenidos se compararon con los criterios ecológicos de la calidad del agua y con la Norma Oficial Mexicana. De acuerdo a los parámetros analizados el agua cumple con la calidad requerida para consumo humano y mantener la vida acuática, excepto en el parámetro de sólidos suspendidos totales (SST). Se observó además que los patrones de distribución espacial de los parámetros fisicoquímicos son heterogéneos y que hay diferencias significativas en el parámetro OD (profundidades), así como en el pH y la CE (puntos de muestreo), al nivel de significancia del 5% (González *et al*, 2019).

Los análisis morfométrico son esenciales para la gestión de los recursos acuáticos y los ecosistemas limnéticos. Los sistemas lagunares que reciben altas cargas de sedimentos, es necesario un mapeo morfométrico frecuente para definir tanto la vida efectiva como su capacidad de almacenamiento y control de inundaciones, entre otros (Rodríguez *et al*, 2018). Dentro de los estudios realizados a nivel mundial, como nacional son descritos a continuación.

El estudio realizado en caracterización morfométrica de una laguna costera neotropical (Ciénaga el Chino, Magdalena - Colombia) donde se realizó un levantamiento batimétrico (2015 y 2017) en la ciénaga costera Neotropical El Chino (costado oriental de la Ciénaga Grande de Santa Marta) con el fin de conocer la distribución de profundidades y determinar los principales parámetros morfométricos. Se encontró un cuerpo de agua somero e hipersalino, con un perímetro rodeado por una espesa franja manglar e islotes de esta misma vegetación en algunas zonas. El cuerpo de agua mostró una profundidad máxima de 0.67 y 0.77 m, profundidad relativa muy baja (0.0201 y 0.0292), área de 8.62 km², volumen de 4,30 Mm³ y 5,248 Mm³, en 2015 y 2017, respectivamente. Longitud máxima de 5,89 km y orientado en la dirección Sur-suroeste (SSO) – Nor-noreste (NNE), ancho máximo de 2.14 km. El factor de forma indica que es un cuerpo de agua de forma cóncava, la pendiente promedio es muy baja (0,0974 %). La relación Zm: $Z > 0.4$ indica que puede presentar mayores riesgos de colmatación. Es un

cuerpo de agua muy inestable, no se observaron estratos de temperatura y que de llegar a existir serían inmediatamente perturbados por cualquier agente externo (Rodríguez *et al*, 2018).

Otro estudio de morfometría, hidrodinámica y físico-química del agua de la laguna de Chautengo, Guerrero, México, donde se llevó a cabo mediante fotografías aéreas y trabajo en campo con muestreos bimensuales, hidrodinámicas y fisicoquímicas del agua, lo cual la laguna presento marcadas variaciones anuales en su morfometría y batimetría, presentando un área máxima de 29.6km², la barra de la laguna es recta y esta colonizada con 36.8% por comunidades de manglar, el sistema lagunar se caracteriza por ser somero y tropical y condiciones óptimas para el desarrollo de flora y fauna acuática (Rendon *et al.*, 2011).

Estos sistemas son característicos por ser cuerpos de agua próximos al mar, separado aparentemente del mar por una barra arenosa cuya formación está unida, o relacionada, con procesos de dinámica litoral, actuales o subactuales. Sus aguas son de salinidad variable, en función de la influencia tanto de las aguas marinas como de aguas continentales superficiales o subterráneas que la alimentan. Son zonas dominadas por la dinámica litoral (Soria y Sahuquillo, 2009).

Los estudios que tratan de análisis fisicoquímicos son de mucha relevancia ya que nos arrojan el comportamiento ecológico y calidad del agua de los sistemas lagunares un ejemplo de ello son las siguientes, características fisicoquímicas de la laguna Pastoría, Oaxaca, México (Ahumada y Ruiz, 2008), caracterización estacional de las condiciones fisicoquímicas y de productividad primaria fitoplanctónica de dos lagunas costeras tropicales del estado de Chiapas, México (Gutiérrez *et al.*, 2006) los cuales se usaron parámetros fisicoquímico específicos como: temperatura, oxígeno disuelto, salinidad , potencial de hidrogeno. Los datos fueron analizados con la técnica estadística de componentes principales (ACP), donde el ACP revela que la mayor variabilidad espacio temporal, corresponde a la salinidad, después a la temperatura y en ultimo termino al oxígeno disuelto.

Hay estudios realizados de batimetría, sedimentos y ambientes de depósito en la laguna costera de Guásimas Sonora, México (Chávez y Alvarez, 2006). En este cuerpo lagunar se determinó su batimetría, distribución de facies sedimentarias y ambientes de depósito. Para ello se emplearon técnicas convencionales ampliamente reconocidas de campo, laboratorio y gabinete. Se identificaron tres zonas relacionadas con la profundidad y distribución de facies sedimentarias: los tamaños de arena gruesa moderadamente seleccionada se encuentran en la entrada donde la profundidad va de 0.5 a 10 m, cambiando a arena muy fina mal seleccionada hacia el norte (Estero Bachoco), donde la profundidad va de 0.5 a 3 m, y a limo muy mal seleccionado hacia el sur (Estero Mapoli) con 0.5 a 1 m de profundidad. Este arreglo es típico de laguna costera y se encuentra asociado a las corrientes de agua dentro del ambiente lagunar, el cual se interpretó empleando parámetro de asimetría (SK0), como ambientes de depósito de alta, media y baja energía, consistentes con la batimetría y geomorfología. Aun cuando no fue posible identificar claramente la huella de depósito generada por los agentes y mecanismos de transporte, se logró reconocer la gradación de un ambiente a otro y las características texturales de las diferentes facies sedimentarias (Chávez y Alvarez, 2006).

Estos sistemas han sido objeto de diversidad de estudios ecológicos, biológicos, fisicoquímicos, por lo que se requiere contar con información básica de ellos. El análisis de cualquier ambiente acuático requiere de un conocimiento detallado de estudios morfométricos, batimétricos, parámetros fisicoquímicos y distribución de sedimentos (Herrera, 2002).

Otros estudios muy relevantes en Chiapas son de batimetría y análisis morfométrico de las lagunas Chantuto Panzacola y Carretas Pereyra (Herrera, 2002), el cual se llevaron a cabo batimetría del sistema hídrico y determinación de parámetros morfométricos (área, volumen, profundidad máxima, longitud máxima, anchura máxima, anchura media, línea de costa). Donde determina que la laguna Chantuto es mayor en superficie que la laguna Panzacola. También se puede observar en los mapas batimétricos, que el trazo de las isóbatas se realizó para

cada 50cm teniendo así que la laguna Chantuto, presentó tres isóbatas (50, 100 y 150 cm), siendo la mayor de 1.5m que marcan zonas relativamente más profundas a las orillas de la laguna. En el caso de la laguna Panzacola, solo se presentaron dos isóbatas, de 50 y 100 cm. Las últimas se encuentran ubicadas en los canales de circulación de agua provenientes de las lagunas anteriores a ésta, como la laguna de Cerritos. Ambas lagunas son someras, lo que indica que existe una tasa de sedimentación elevada. El área que presentaron las lagunas Chantuto y Panzacola, fueron respectivamente, de 4 319 982.4 m² y 1 653 925.62 m². Se observó que Chantuto es aproximadamente un 38% más grande con respecto a Panzacola, presentando una mayor superficie, que aumenta de manera efectiva la productividad primaria (junto con otros parámetros importantes) de la laguna Chantuto, así mismo esta posee un volumen superior a Panzacola (Herrera, 2002).

Así mismo se realizó otro análisis de aspectos morfométricos de tres lagunas costeras de Chiapas, La Carreta, Pereyra y El Bobo, donde se obtuvo que la profundidad máxima correspondió a la laguna de Pereyra con una profundidad de 1m sin embargo Laguna Carreta y El Bobo con 0.50m la mitad de profundidad en relación a la laguna Pereyra. La Laguna que ocupó mayor área correspondió a la Carreta con 665.16 ha, con menor extensión se encontró Pereyra con 51 8.12 ha y finalmente Bobo con 45.72ha. La laguna Carreta obtuvo mayor anchura también con un valor de 2.48 km, posteriormente Pereyra con 1.47 km y finalmente Bobo con 0.82 km. Así mismo la línea de costa fue mayor para la laguna Carreta con 25.1 1 Km, Pereyra con 17.35 km y finalmente Bobo con 3.75 km. En el caso de la longitud máxima la laguna Pereyra se considera la más alargada de forma con 5.51 km, Carreta con una forma menos alargada 3.89 km y finalmente Bobo con una forma más redonda 0.82 km. La laguna Carreta presenta la mayor anchura media con 2.22km, Pereyra con 0.94km y finalmente Bobo con 0.55 km. En desarrollo del volumen fue mayor en el Bobo con valor de 0.0001 452 m³, luego Pereyra con 0.0000564 m³ y La Carreta con 0.000051 m³. La profundidad relativa fue mayor en la laguna el Bobo con un valor de 0.0655283, en segundo término Pereyra con 0.0389338 y finalmente la Carreta con 0.01 50648, la laguna Carreta en su mapa batimétrico presenta menor zona de depósito a 50cm y mayor zona de depósito a

30cm, en su zona Este tapando un canal de comunicación con el Bobo, y también presenta otra zona de depósito en su zona Suroeste. Teniendo 2 áreas de azolve una en comunicación con Pereyra y otra con el mar (Cruz, 2000).

El sistema lagunar Joya-Buena Vista del Estado de Chiapas ha sido estudiada en hidrobiología, nutrientes y productividad primaria (Contreras y Zabalegui, 1991), los muestreos se llevaron a cabo en enero, mayo y agosto de 1987 durante el periodo de lluvias y secas, lo cual establecieron 15 estaciones de muestreo a lo largo del sistema lagunar y se llevaron a cabo ciclos de 24 hrs con intervalos de 3 horas en boca de comunicación con el océano.

Los resultados de salinidad arrojaron que el sistema lagunar confiere a la laguna características mesohalinas, con intervalo estacional de 15.37% en lluvias y 39.46% en secas.

Presento elevaciones de cantidades de oxígeno disuelto en las áreas más cercanas a Boca del Cielo y hacia la región de la Joya, el resto del sistema lagunar presento una frecuentación promedio de 2 ml/l, durante agosto la laguna presento valores cercanos a la anoxia (0 a 0.9 ml/l), ubicados en el canal y a profundidades de 1.50 m, en esta región la concentración de oxígeno son constantes y mínimas a lo largo del año.

En el pH y alcalinidad presento valores promedios considerables de (8.3 a 8.7), el sistema presenta heterogeneidad, sobre todo en época de lluvias, la alcalinidad total se mantienen en valores considerables habituales para este tipo de sistemas (2.2 a 3.9 mg/l. La productividad primaria diagnosticó que la laguna podría considerarse como una de las más productivas de México (Contreras y Zabalegui, 1991).

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general.

- Determinar la morfometría y dinámica de parámetros fisicoquímicos, niveles de profundidad y distribución de sedimento de laguna costera La Joya Buenavista, Chiapas, México.

4.2 Objetivos específicos.

- Caracterizar los parámetros y relaciones morfométricas básicas de los cuerpos acuáticos del sistema lagunar La Joya-Buenavista.
- Caracterizar la distribución de las principales variables fisicoquímicas (Temperatura, Oxígeno Disuelto, Ph, Salinidad, Transparencia y Conductividad Específica) del sistema lagunar La Joya-Buenavista.
- Determinar la distribución batimétrica del sistema lagunar la Joya-Buenavista.
- Identificar los diferentes tipos sedimentos y ubicación de zonas de pesca de camarón en relación con el mismo en el sistema lagunar la Joya-Buenavista.
- Ubicación de paraderos de pesca de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y correlación espacial con tipos de sedimentos.

4.3 Hipótesis.

Los sistemas lagunares de la costa de Chiapas a lo largo de los años han presentado problemas de azolvamiento y eutrofización, se espera encontrar una baja profundidad, así como valores bajos oxígeno disuelto.

V. ÁREA DE ESTUDIO

La laguna costera Joya-Buena Vista, se encuentra dentro de la zona costera del municipio de " Tonalá Chiapas", entre las coordenadas geográficas 15°58'07.25"N, 93°46'30.67" O y 15°55'17.96"N, 93°38'33.42"O (Figura 1).

5.1 Características físicas y clima.

Tiene un ancho promedio de 2.1 km y un largo de 17 km, es una laguna costera que está unida por un canal de aproximadamente 2.4 km de longitud, el cual está comunicado todo el año al Océano Pacífico y se conoce con el nombre de estero de Boca del Cielo. Este canal se excavó para que hubiera mayor circulación hacia el ecosistema en conjunto, que generalmente estaba aislado, ya que la influencia mareal perdía su fuerza debido a lo extenso que es el canal natural (Contreras y Zabalegui, 1991).

El sistema lagunar tiene aporte fluvial de los ríos Pedregal, Quetzalapa, Amates y los arroyos Agua Dulce y Santiago. La laguna se caracteriza por ser somera. Ubicada dentro de la unidad morfotectónica **IX** (Carranza *et al*, 1975), que comprende desde Tehuantepec hacia el sur, por su origen corresponde al tipo **III-A** de la clasificación de Lankford (1977), plataforma de barrera interna. Su clima corresponde al tipo Aw₂" (w) i (García, 1973), caliente subhúmedo. El período de lluvias es de mayo a octubre, y se considera como una de las regiones más cálidas de México, con 29°C de temperatura promedio anual (Contreras y Zabalegui 1991).

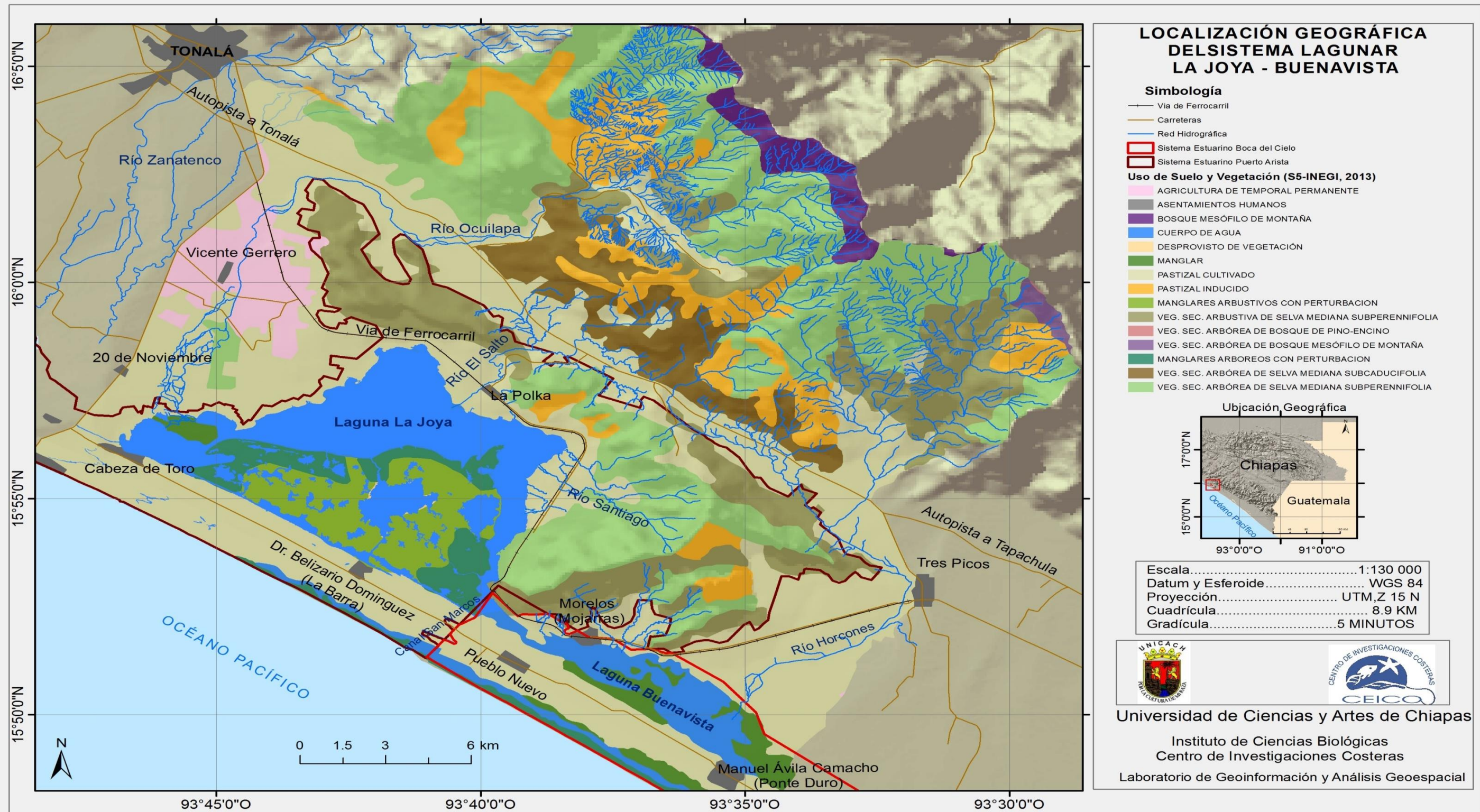


Figura 1. Ubicación geográfica del sistema lagunar Joya-Buenavista.

5.2 Flora

La vegetación que se encuentra dentro del sistema lagunar Joya Buenavista es un tipo de manglar arbóreo bajo y manglar arbóreo medio que está dominado por *Rhizophora mangle* (Mangle rojo), *Avicennia germinans* (Mangle negro o madre sal), *Laguncularia racemosa* (Mangle blanco), *Conocarpus erectus* (Botoncillo), (CONABIO, 2009).

5.3 Fauna

En los alrededores de esta laguna se encuentran tres poblados pesqueros (Cabeza de Toro, Belisario Domínguez, la Polka y Manuel Ávila Camacho). La principal actividad económica de estas comunidades es la pesca del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), la cual representa la base económica principal para estos pueblos de pescadores. Adicionalmente al interior de esta laguna se lleva a cabo la captura de otros productos pesqueros principalmente camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), lisa (*Mugil cephalus*), bagre chihuil (*Bagre panamensis*), mojarra prieta (*Amphilophus trimaculatus*), mojarra guamuchal (*Astatheros macracanthus*), zambuco (*Dormitator latifrons*), Jaiba (*Callinectes arcuatus*), entre otros.

5.4 Impactos directos e indirectos para el Sistema Lagunar la Joya- Buenavista

El impacto ambiental es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada. Es decir, en términos simples el impacto ambiental es la alteración del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Así mismo se mencionan los impactos directos e indirectos para la Joya-Buenavista (Conabio, 2009).

- Tala de manglar selectiva para uso doméstico y comercial.
- Fragmentación del ecosistema debido a la deforestación de la cubierta vegetal.
- Cambios de uso de suelo.
- Apertura de cierre de barras en lagunas y estuarios.
- Modificaciones hidrológicas.
- Azolvamiento y desecación de cuerpos de agua.
- Contaminación de cuerpos de agua por agroquímicos.
- Eutrofización.

VI. METODO

Se llevó a cabo una recolección de los datos de batimetría, parámetros fisicoquímicos y sedimentos en el Sistema Lagunar la Joya Buenavista, efectuando dos muestreos en un periodo anual, en el año 2015. Temporada de estiaje (27 al 30 de Abril) y temporada de lluvias (22 al 26 de Octubre), la recaudación de datos se realizó entre las 07:00 y las 18:00 horas de cada día (Figura 1).

6.1 Diseño de muestreo

Se estableció una cuadrícula con 111 estaciones de muestreo distribuidas en todo el sistema lagunar, con un intervalo de distancia de 500 por 500m entre cada cuadrante, las coordenadas centrales se establecieron con un sistema de información geográfica (Google Earth), posteriormente se cargaron a los GPS map Garmin 60CSx y GPS map Garmin 76CSx, el cual sirvió de ayuda en la navegación y ubicación precisa con un margen de error de $2\pm m$ de cada estación durante los muestreos. El recorrido se realizó en una Lancha de 25 pies, con un motor marca Yamaha de 75 hp (Figura 2, 3, 4).



Figura 2. Ubicación de punto de muestreo con ayuda de mapa de distribución y GPS map Garmin 76CSx a un margen de error a $2\pm$ m.



Figura 3. GPS map Garmin 70CSx y GPS map Garmin 60CSx.

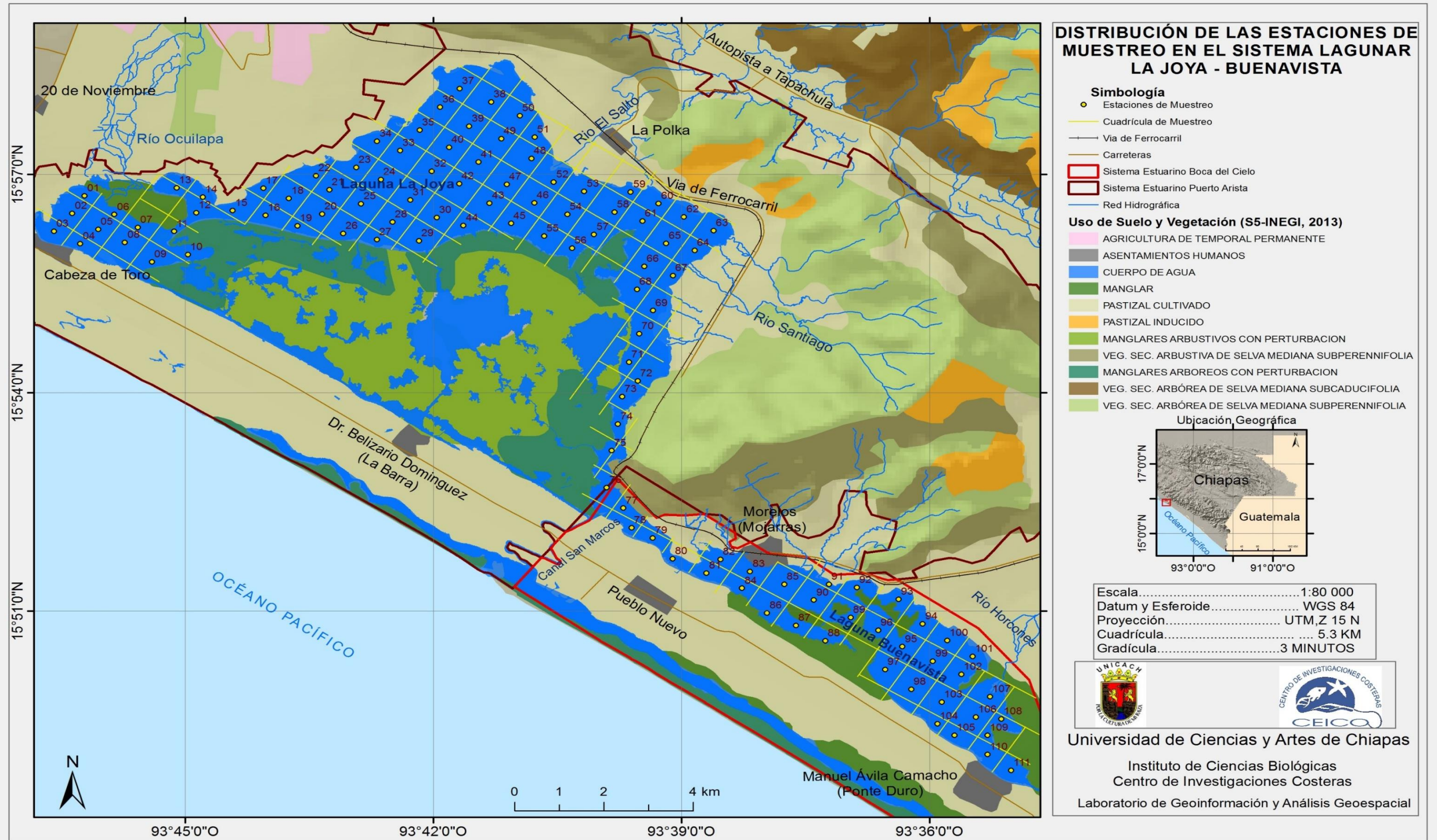


Figura 4. Distribución de estaciones de muestreo con cuadrantes de 500 por 500m, en total se establecieron 111 estaciones de muestreo

6.2 Trabajo en campo

6.2.1 Levantamiento de parámetros fisicoquímicos.

En cada una de las estaciones de muestreo se llevó cabo un levantamiento de datos en la época de secas y de lluvias del año 2015, con el fin de conocer la variación temporal de cada uno de estos parámetros en la laguna. Se utilizó un Multiparámetro HACH HQD Field Case cat.Nº582S8-00 de los principales parámetros fisicoquímicos del sistema lagunar, temperature (°C), oxígeno disuelto (mg/l) y pH esta medición se realizó de 30 a 40 cm de profundidad (Figura 5).

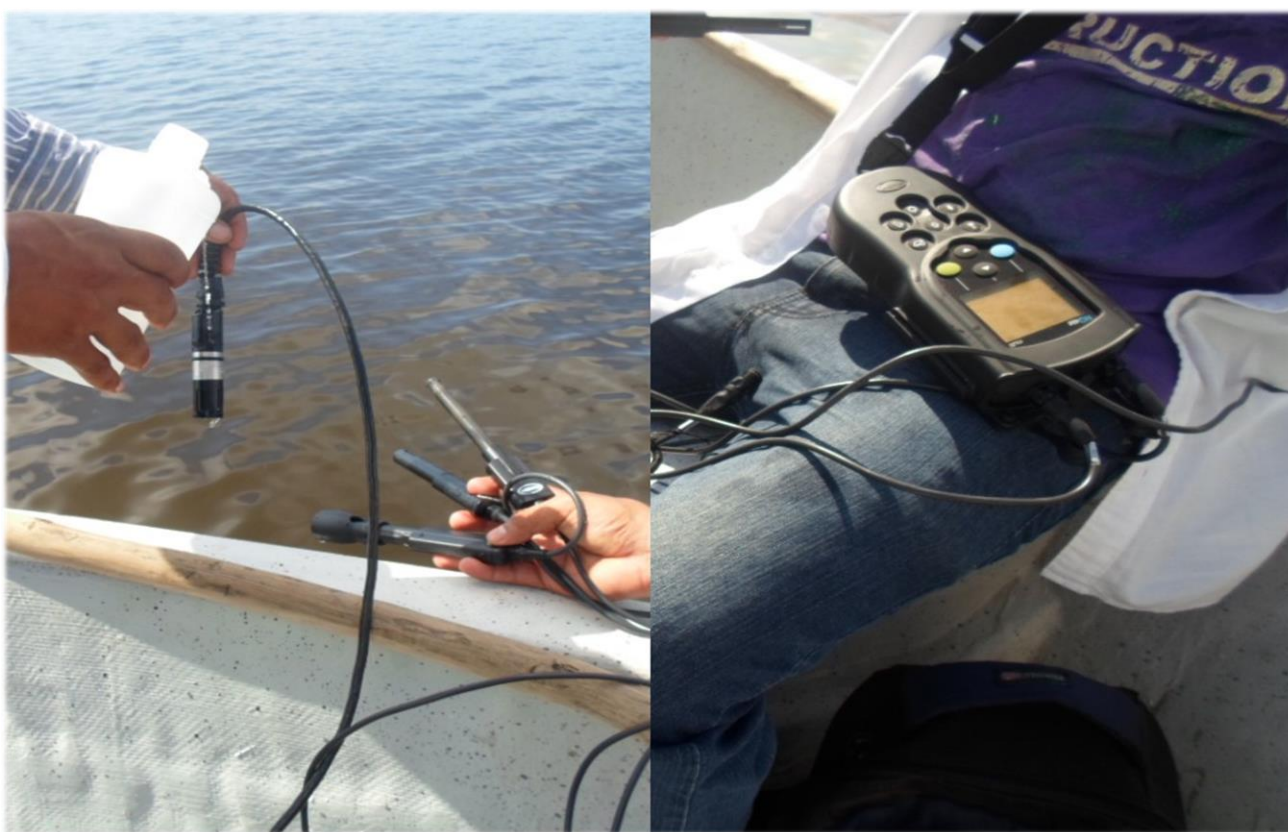


Figura 5. Obtención de parámetros fisicoquímicos con un Multiparametro HACH HQD Field Case cat.Nº582S8-00 a una profundidad de 30 a 40 cm.

6.2.2 Obtención de datos de oxígeno disuelto y conductividad eléctrica.

En épocas de estiaje y lluvias en el año 2015, se obtuvo el oxígeno disuelto y conductividad con un YSI 85 oxigen conductivity salinity & temperature a una profundidad de 30 a 40 cm (Figura 6).



Figura 6. Muestra de toma de oxígeno disuelto y conductividad con un YSI 85 oxigen conductivity salinity & temperature de 30 o 40 cm de profundidad.

6.2.3 Muestras de salinidad en época de secas y lluvias del año 2015

Se tomó una muestra de agua con ayuda de una pizeta el cual se depositó a un Refractómetro VITAL SINE SR-6 para obtener los niveles de salinidad (ups) en el sistema lagunar (Figura 7).



Figura 7. Refractómetro VITAL SINE SR-6 para obtener la cantidad de salinidad.

6.2.4 Obtención de datos de transparencia.

Se midió la transparencia del agua con ayuda de un disco de Secchi, al propagarse un medio acuoso, la luz se extiende por fenómenos de absorción y dispersión, las sustancias disueltas y partículas en suspensión. Los sistemas acuáticos presentan una zona iluminada, tornándose cada vez más oscura en función del aumento de la profundidad, el color y la turbidez del agua.

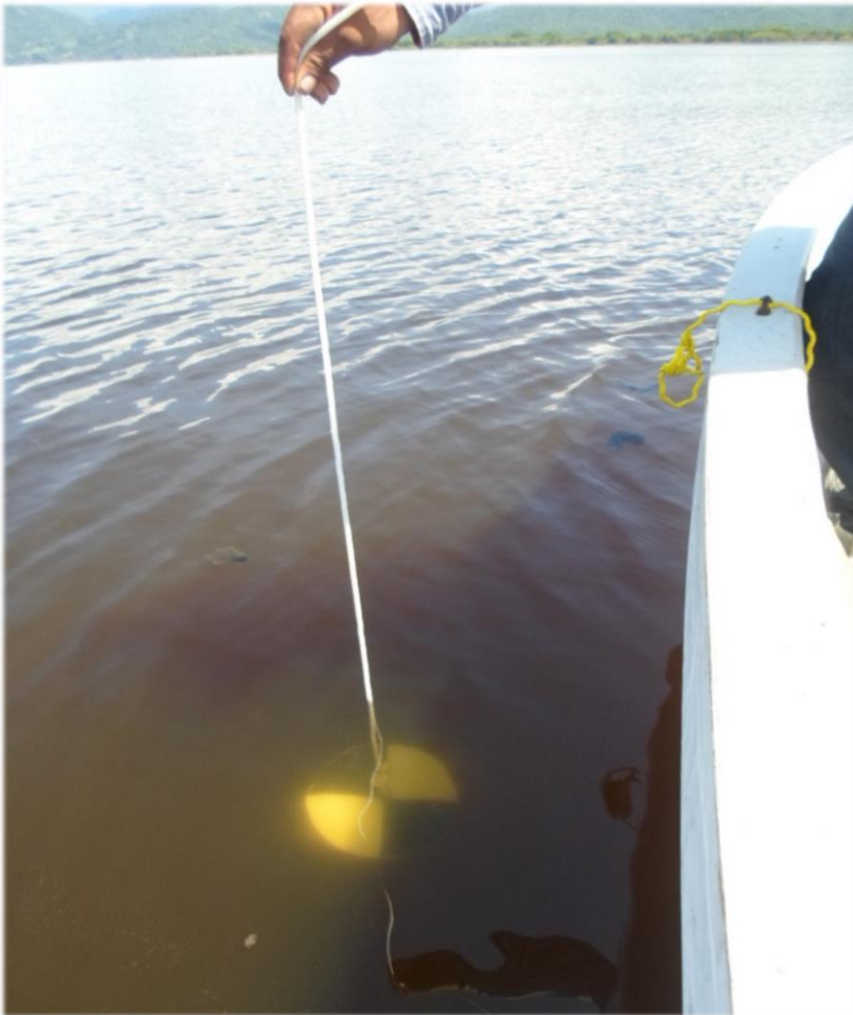


Figura 8. Medición de transparencia del agua mediante un disco de Secchi.

6.3 Batimetría del SLJB del año 2015 en épocas de estiaje y lluvias.

Para la recolección de los datos batimétrico se utilizó una regleta graduada de 5m y un GPS 70csx. La determinación de la profundidad en cada una de las estaciones de muestreo se realizó introduciendo la regleta graduada hasta tener contacto con el fondo, posteriormente esta se extrajo para corroborar el tirante de agua con ayuda de un flexómetro de 10m, además cada punto del levantamiento batimétrico se georreferencio con el GPS (Figuras 9, 10, 11) finalmente para su posterior análisis todos los registros de profundidad se anotaron en la libreta de campo.



Figura 9. Medición de profundidad con regleta graduada.



Figura 10. Corroboración de profundidad de la laguna con ayuda de un flexómetro de 5m en cada estación de muestreo.



Figura 11. Anotación de datos en libreta de campo de cada punto de muestreo que se georreferencio con el GPS 70csx.

6.4 Muestreo de sedimento del SLJB en año 2015

Con ayuda de un tubo de pvc al vacío se obtuvieron las muestras de sedimento en cada uno de los puntos de muestreo, posteriormente se identificó cada uno de ellos, para saber la distribución en el sistema lagunar (Figura 12, 13, 14,15, 16, 17,18).



Figura 12. Extracción de muestra de sedimento con tubo de PVC al vacío, identificación y obtención de cada una de ellas.



Figura 13. Muestra de sedimento (Limo arcilloso con conchas).



Figura14. Muestra de sedimento (Limoso).



Figura 15. Muestra de sedimento (Materia orgánica con conchas).



Figura 16. Muestra de sedimento (Materia orgánica con arcilla).



Figura 17. Muestra de sedimento limoso-arcilloso.



Figura 18. Identificación de muestra de sedimento limoso-arcilloso.

6.4.1 Identificación de paraderos de pesca de camarón.

Durante el recorrido de muestreo se localizaron los puntos específicos de los paraderos que los pescadores construyen para la captura de camarón que se encuentran esporádicamente por diferentes áreas el sistema lagunar, lo cual se fueron registrando en cada punto de muestreo que se presentaban (Figuras 19 ,20 y 21).



Figura 19. Paraderos esporádicos para la pesca de camarón en el sistema lagunar Joya Buenavista.



FOTO: NANCY RAMIREZ

Figura 20. Paraderos construidos por pescadores para la captura de camarón.




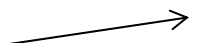
FOTO: NANCY RAMIREZ

Figura 21. Pescador rivereño cercano a los paraderos esporádicos.

6.5 Análisis de datos

6.5.1 Análisis de distribución de frecuencias

El análisis de distribución de frecuencia se realizó con la metodología propuesta por Guarín (2002), el cual interpretó la información cruda de los datos de batimetría y parámetros fisicoquímicos, comenzando por la clasificación y ordenación, consignando la información en tablas inteligibles que denominamos distribuciones de frecuencias, este análisis apporto las siguientes variables de cada uno de los parámetro ambiental permitiendo la clasificación y ordenación de la totalidad de los datos (Ríos y Pérez , 2018) .

1. Número de intervalos de clases 
 2. El ancho de cada intervalo 
 3. La frecuencia de cada uno de los intervalos, etc.
- Sturges: $K=1+3.322 \log(n)$
Donde n= al número de datos
- $t_i = \text{Dato mayor} - \text{dato menor} / \text{intervalo de clase}$

6.5.2 Análisis factorial por medio del análisis de componentes principales (ACP).

Estos forman parte de un conjunto de técnicas multivariadas denominadas de "interdependencia", ya que analizan la relación mutua entre un conjunto de variables. Su finalidad principal, por lo tanto, no es el análisis de relaciones causales, sino la agrupación de variables, en función de la variabilidad que cada variable comparte con otras variables (varianza o covarianza). El análisis de componentes principales (ACP) se caracteriza por analizar la varianza total del conjunto de variables observadas. De ellas trata de determinar las dimensiones básicas (o "componentes") que las definen (Zamora y Esnaola, 2013).

La idea fundamental del ACP fue analizar la correlación existente entre los datos de profundidad, transparencia, parámetros fisicoquímicos (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto potencial de hidrogeno y conductividad especifica), buscando la reducción de la información proporcionada por las variables observadas, con la menor perdida de información, en un número inferior de variables no observadas.

6.5.3 Prueba de t para muestras relacionadas.

Este análisis estadístico permitió comparar y analizar las diferencias que los parámetros fisicoquímicos (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, potencial de hidrogeno y conductividad específica) presentaron la diferencia entre temporadas (seca y lluvia), lo cual generó una perspectiva del comportamiento espacial y temporal de cada una de las variables analizadas (Ríos y Pérez, 2018).

Esta prueba permite contrastar hipótesis sobre igualdad entre dos medias relacionadas ($\bar{X}_1 = \bar{X}_2$). Es decir se tiene una población de diferencias con media, resultado de restar las puntuaciones de un mismo grupo en dos variables diferentes o en la misma variable en dos momentos diferentes si $p \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis y si $p \geq 0.05$ esta es aceptada (Moreno, 2008).

Los presentes análisis estadísticos (Distribución de frecuencia, Análisis de Componentes Principales, Prueba de T para muestras relacionadas) se realizaron mediante el programa SPSS 22.

6.6 Trabajo en laboratorio de SIG.

La creación de los mapas de cada análisis (Batimétricos, de parámetros fisicoquímicos y de sedimentos) se realizaron en la estación de trabajo, Workstation Dell T 7500, con la licencia del programa ArcMap 10.5, del laboratorio de Geoinformación y Análisis Geoespacial del Centro de Investigaciones Costeras (CEICO) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Tonalá, Chiapas, utilizando la herramienta de Creación de Polígonos de Thiessen.

El método de Polígonos de Thiessen se fundamenta en asignar una ponderación representativa en función de la superficie de cada estación de muestreo inserta en el área de estudio. Por lo cual, es preciso ubicar las estaciones de muestreo en un plano cartográfico, mediante puntos representativos, los cuales se unen a través de líneas rectas. Posteriormente, se trazan las mediatrices a cada una de estas rectas, las cuales, en conjunto con los límites del área en estudio, definen la superficie de influencia de cada estación de muestreo (UNESCO, 2006).

Cada uno de los mapas temáticos fue sometido a una transformación mediante las siguientes herramientas, las cuales permitieron generar mapas detallados y de calidad:

- Se utilizó la herramienta dissolve, la cual agrupó los datos que pertenecían a un mismo intervalo de clase y eliminó las líneas que dividían a los polígonos de Thiessen pertenecientes a este mismo intervalo.
- Así mismo se utilizó la herramienta Merge, la cual nos permitió unir en una misma capa el comportamiento de las variables (capa de polígonos de Thiessen).
- Finalmente la herramienta smooth polygon, nos permitió suavizar las líneas de los polígonos de Thiessen, para tener una mejor presentación de los mapas.
- Para tener un mejor análisis del comportamiento de cada variable (Batimetría, parámetros fisicoquímicos y sedimentos) del SLJB, dentro de los mapas se introdujeron gráficos que contienen la frecuencia y la superficie de cada rango de cada variable, por lo cual fue necesario calcular el área de cada intervalo de clase, de cada una de las variables antes mencionadas

Los datos básicos morfométricos se obtuvieron por imágenes satelitales de alta resolución con el programa Google Earth Pro (Ríos y Pérez, 2018).

6.5. Índices morfométricos.

Los estudios de análisis morfométricos pueden ser obtenidos y modelados mediante el uso de sistemas de información geográfica. Y, convenientemente combinados con la geomorfología, puede obtenerse un diagnóstico hidrológico útil para la planeación ambiental (Fuentes, 2004).

Cuadro 1. Parámetros morfométricos (Herrera, 2002).

Parámetro	Descripción	Determinación
Área (A)	Es la superficie de la laguna que se encuentra cubierta por agua (Torres-Orozco y Garcia-Calderon,1995).	El cálculo del área de cada laguna se realizó mediante la utilización de un planímetro digital, marca PLACOM P45, llevando el punto del mismo, a lo largo de todo el contorno de la laguna sobre los mapas batimétricos. Este procedimiento se realizó tres veces y después se obtuvo la medida de los datos. Posteriormente los valores obtenidos, fueron extrapolados con la escala grafica de cada mapa, trazando un cuadro de área conocida para hacer la extrapolación.
Volumen (V)	Es la cantidad de agua contenida dentro de la laguna (Torres-Orozco y Garcia-Calderon, 1995).	Una vez se determinó que el perfil de ambas cuencas presentaban una forma cóncava (a partir de del desarrollo de volumen Dv), se utilizó la formula pro puesta por Naumman (1959),para la obtención del volumen de un senoide elíptico: $V = 4 \left(1 - \frac{2}{\pi}\right) cdZm; V = 1.453cdZm$ Donde c y d, son la longitud y anchura máxima de la laguna.
Profundidad máxima (Zm)	Es la distancia mayor que existe entre la superficie y el fondo de la laguna (Torres-Orozco y Garcia-Calderon, 1995)	Se utilizó el registro máximo de profundidad de cada laguna.
Longitud máxima (l)	Es la longitud que conecta la distancia entre dos puntos más alejados y opuestos de la laguna, sin atravesar tierra (Welch, 1948).	Sobre el mapa de cada laguna y con la ayuda de una regla, se determinó la longitud de dos puntos más alejados dentro de cada cuenca y después se procedió a extrapolar los valores a las escalas graficas correspondientes de cada mapa.
Anchura máxima	Es la longitud de la línea que conecta la distancia mayor entre los dos puntos opuestos y que es perpendicular la longitud máxima.	Se procedió de igual forma en el caso anterior, pero en esta ocasión, el trazo para la anchura máxima quedo en el ángulo recto a la longitud máxima.
Anchura media \bar{b}	Es el área de la laguna dividida entre su longitud máxima (Welch, 1984).	Se divido el área de cada cuenca entre su longitud máxima correspondiente: $\bar{b} = A/l$
Línea de costa (L)	Es la longitud del contorno de la cuenca lagunar. (Torres-Orosco y García-Calderon,1995)	Se determinó por medio de la técnica de hilo. Un hilo de grosor medio fue pegado sobre el contorno de cada laguna y después de la longitud del hilo utilizado en cada una, fue extrapolado nuevamente a las escalas graficas de cada mapa.

Cuadro 2. Relaciones morfométricas (Herrera, 2002).

RELACIONES MORFOMETRICA		
Desarrollo de volumen (Dv)	Es la expresión de la forma de la cuenca. Compara el volumen total de la laguna con el volumen de un cono invertido.	Para su cálculo se ocupó la siguiente formula: $Dv = \frac{A\bar{z}}{\frac{1}{3}AZm} = \frac{3\bar{z}}{Zm}$
Desarrollo Litoral (DL)	Se refiere a la relación de la longitud del perímetro de la laguna con la circunferencia de un círculo de la misma área que la laguna (Welch,1948)	Para el cálculo de esta relación morfométrica, se utilizó la formula siguiente: $DL = \frac{L}{2\sqrt{\pi A}}$
Profundidad Relativa (Zr)	Es la máxima profundidad de una laguna representada con un porcentaje del diámetro medio de la misma. (Wetzel,1991)	Se utilizó la formula; $Zr = \frac{50Zm\sqrt{\pi}}{\sqrt{A}}$, para el cálculo de la profundidad relativa.
Profundidad Media (\bar{z})	Es el cociente que resulta de dividir el volumen de la laguna entre su área superficial (Welch, 1948).	Al no contar con profundidad media, se tuvo que utilizar el método propuesto por Naumman (1959): una vez que se identificó la longitud y anchura máxima de cada laguna, en cada uno de los datos de esos ejes, se determinó la profundidad en el punto situado a 1/6 de la orilla, obteniendo así cuatro datos por laguna. El promedio de los datos correspondientes, nos proporcionó la profundidad media de las mismas.

Factor de forma (Rf).

Es otra variable que intenta evaluar la elongación de una laguna, se denomina **Form factor**, simbolizándola por Rf, toma valores inferiores a 1 cuando se trata de sistemas alargadas (Magette, 1976 citado en Jardi, 1985).

$$Rf = \frac{A}{L^2}$$

Rf = Factor de forma

A= Área de la laguna

L²=Cuadrado de la longitud de la laguna.

RF<<1 \longrightarrow Forma alargada

Amplitud (W) de la laguna (Jardi, 1985).

La amplitud de la laguna, que en inglés se denomina *Width of watershed*, simbolizada por la letra W, nos informa de la superficie del sistema lagunar por unidad de longitud de la misma.

$$w = \frac{A}{L}$$

W=Amplitud

A=Área

L=Longitud

Es decir Igual que en los casos anteriores, como longitud de la laguna puede utilizarse tanto LI, L, o L, según sea la naturaleza del estudio que se realice.

La tendencia de esta variable es que, a mayor elongación de la laguna, menor será el valor que tome W, de la amplitud (W) siempre será superior a 1; por tanto, su tendencia podrá esquematizarse según la expresión $W \gg 1 \rightarrow$ Forma NO alargada.

Es decir, los valores altos de W implicaran lagunas más anchas y valores bajos de W, pero siempre por encima de 1, implicaran lagunas elongadas.

Coeficiente de redondez (K).

Esta variable, simbolizada por la letra K (Seyhan, 1977 citado en Jardi, 1985).

Forma de una laguna.

$$K = \frac{\pi L^2}{4A}$$

En donde vuelve a relacionarse el área de la laguna (A) con su longitud (L) mediante la asimilación de esta última al diámetro del círculo asociado, de tal forma que, para una laguna perfectamente circular, K toma un valor igual a la unidad, y a mayor elongación de la laguna, mayor será el valor que toma K; es decir.

K >> 1 \longrightarrow **Forma alargada**

Por lo que tiene una tendencia contraria a las otras variables que intentan evaluar la elongación de la laguna, y al igual que la amplitud (w) siempre tomara valores superiores a la unidad.

Índice de forma (C).

Esta variable compara el perímetro de la laguna con la longitud o perímetro del círculo asociado. Denominada en inglés *Compactness coefficient*, ha sido traducida por coeficiente o índice de compacidad, palabra que quizás en castellano no refleja perfectamente lo que la variable significa. Como sea que en diversas ocasiones se la ha denominado *índice de forma*. Para simbolizarla se utiliza la letra C, tanto en inglés como en castellano, con el fin de reducir al mínimo las posibles confusiones en su utilización (Magette, 1976).

$$C = \frac{P}{2(\pi \cdot A)^{1/2}}$$

Cuanto mayor sea el valor que tome C, indicara un perímetro superior al que le correspondería al círculo asociado; es decir, indicará cuencas muy lobuladas. De todas formas, C toma valores entre 1 que correspondería a una cuenca perfectamente circular hasta un valor cercano a 2 en que implicaría un perímetro doble al del círculo asociado, por lo que el campo de variabilidad del índice de forma es pequeño.

Razón de circularidad (Rc).

La razón de circularidad (Miller, 1935 citado en Jardi, 1985) relaciona el área (A) de la cuenca en cuestión con el área de un círculo de igual perímetro (P), viniendo esta variable representada por R, de tal forma que:

$$Rc = \frac{A}{Ac}$$

Y efectuando las transformaciones oportunas nos queda una expresión del tipo:

$$Rc = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Que resulta ser la inversa de la expresión (14); es decir, $R_c = 1/C$, por lo que las dos variables tendrán un mismo significado pero con tendencias contrarias, pareciendo, en principio, no tener sentido calcular las dos variables en un mismo estudio, como posteriormente podremos constatar.

Índice de diversidad de forma de Patton (Lozano *et al*, 2011).

Uno de los métodos para evaluar la fragmentación de bosques es el «índice de diversidad de forma de Patton». Teóricamente, cuando el índice de diversidad es 1, la forma del fragmento semeja un círculo y a medida que éste va en aumento, la forma se torna más compleja y aumenta el efecto de borde de las áreas circundantes o adyacentes. (Henao, 1988) considera que índices de diversidad superiores a 2 reflejan formas amorfas.

$$DI = \frac{p}{2 * \sqrt{\pi} * \sqrt{a}}$$

DI: Índice de diversidad de Patton

P: perímetro de cada fragmento

A: área de cada fragmento

Cuadro 3. Índice de diversidad de forma de Patton (Lozano *et al*, 2011).

Forma	Índice (D.I)
Redondo	< 1.25
Oval-redondo	1.25 ≤ 1.50
Oval oblongo	1.50 ≤ 1.75
Rectangular	1.76 ≤ 2
Amorfo o irregular	> 2

Índice de alargamiento (I_a).

Este índice relaciona la longitud máxima encontrada en la cuenca, medida en el sentido del río principal y el ancho máximo de ella medido perpendicularmente; se lo calcula de acuerdo a la fórmula siguiente. (Horton ,1932 citado en Fuentes, 2004)

$$I_a = \frac{L_m}{l}$$

I_a =Índice de alargamiento

L_m =Longitud máxima de la cuenca

l =Ancho máximo de la cuenca

Cuando I_a toma valores mucho mayores a la unidad, se trata seguramente de cuencas alargadas, mientras que para valores cercanos a 1, se trata de una cuenca cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y puede tenerse un río principal corto.

Cuadro 4. Clase de valores de alargamiento (Fuentes, 2004).

Clase de valores de alargamiento	
Rangos de I	Clases de alargamiento
0.0 – 1.4	Poco alargada
1.5 – 2.8	Moderadamente alargada
2.9 – 4.2	Muy alargada

VII. RESULTADOS

7.1 Morfometría del SLJB temporada de secas.

Los resultados morfométricos de todo el sistema lagunar Joya Buenavista durante la temporada de secas del año 2015 muestra que la laguna tiene un área de 5,021.2 ha, una longitud de 33 km, un ancho promedio de 2.9 km, cuenta con una profundidad máxima cercana a 3m y una profundidad mínima de 0.25m, un factor de forma (Rf) de 0.04, una amplitud (w) 1521.57, un coeficiente de redondez (K) 17.03, un índice de diversidad de patton (DI) 4.25, muestra un índice de forma 4.21, un Índice de alargamiento (I_a) 6.6 (Tabla 5 y Figura 22).

Los resultados morfométricos de solo el sistema lagunar la Joya durante la temporada de secas del año 2015 muestra que la laguna presento un área máxima de 3694.6 ha, una longitud de 21 km, tiene un ancho promedio de 3 km, cuenta con una profundidad máxima menor de 3m y una profundidad mínima de 0.25 m, un factor de forma (Rf) de 0.08, una amplitud (w) 1759.33, un coeficiente de redondez (K) 9.37, un índice de diversidad de patton (DI) 2.98, un índice de forma 2.95 y un Índice de alargamiento (I_a) 4.2 (Cuadro 5 y Figura 22).

Los resultados morfométricos de solo el sistema lagunar Buenavista durante la temporada de secas indicaron que la laguna presento un área máxima de 1326.6 ha, una longitud de 12 km, un ancho promedio de 1.5 km, cuenta con una profundidad máxima un poco más de 2.5 m y una profundidad mínima menor de 1m, un desarrollo de volumen de 1.62, un factor de forma (Rf) de 0.92, un coeficiente de redondez (K) 8.52, un índice de diversidad de patton (DI) 3.29, un índice de forma 3.26 y un Índice de alargamiento (I_a) 5.35 (Cuadro 5 y Figura 22).

Cuadro 5. Resultados de los parámetros morfométricos de temporada de seca abril 2015 del sistema lagunar la Joya Buenavista.

PARÁMETROS	La Joya	Buenavista	Total Joya Buenavista
Área en hectáreas	3694.6	1326.6	5021.2
Área en (m ²)	36946000	13266000	50212000
Longitud (km)	21	12	33
Ancho máximo (km)	5	2.24	5
Ancho mínimo (km)	1	0.8	0.8
Ancho promedio (km)	3	1.5	2.9
Perímetro en (km)	64.2	42.5	106.7
profundidad máxima (m)	2.78	2.64	2.78
Profundidad mínima (m)	0.25	0.54	0.25
Volumen (M ³)	41,925,966.41	18,236,807.44	60,162,773.84
Desarrollo de volumen*	1.62	1.62	1.62
Profundidad relativa %	0.04	0.06	0.06
Profundidad media (m)	1.2	1.3	1.5
Factor de forma (R _f)	0.08	0.92	0.04
Amplitud (w)	1759.33	1105.5	1521.57
Coefficiente de redondez (k)	9.37	8.52	17.03
Razón de circularidad (R _c)	0.11	0.09	0.05
Índice de diversidad de Patton (DI)	2.98	3.29	4.25
Índice de Forma	2.95	3.26	4.21
Índice de alargamiento (I _a)	4.2	5.35	6.6

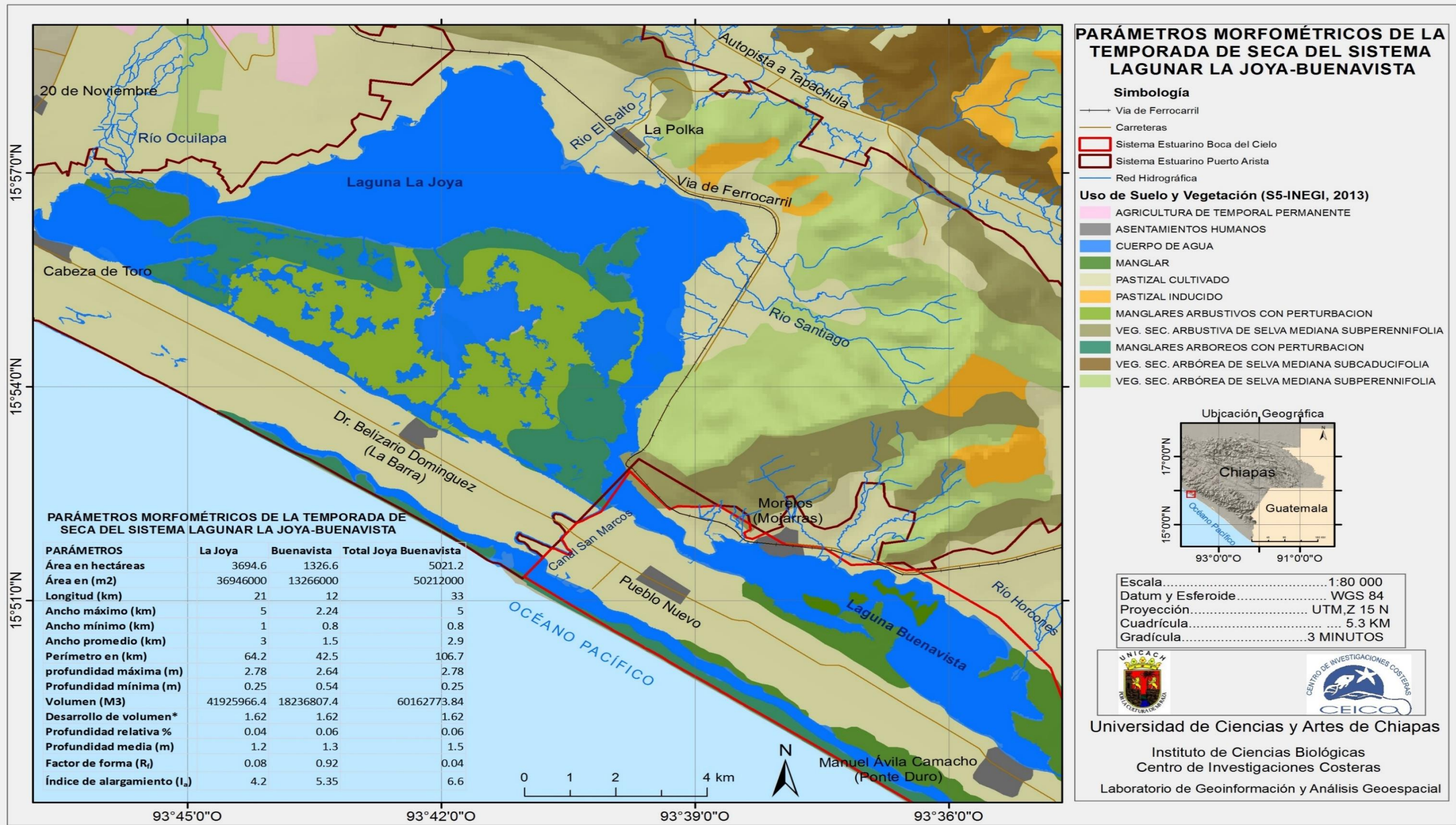


Figura 22. Mapa morfometrico en temporada de secas de sistema lagunar Joya Buenavista.

7.2 Morfometría del SLJB temporada de lluvias.

Los resultados morfométricos de todo el sistema lagunar Joya Buenavista durante la temporada de lluvias del año 2015 muestran que la laguna tiene un área máxima de 5,021.2 ha, una longitud de 33 km, un ancho promedio de 2.9 km, un perímetro de 106.7 km, cuenta con una profundidad máxima menor de 3m y una profundidad mínima menos de 1m, un desarrollo de volumen de 1.51, un factor de forma (Rf) de 0.04, una amplitud (w) 1521.57, un índice de diversidad de patton (DI) 4.25, un índice de forma 4.21 y un Índice de alargamiento (I_a) 6.6 (Cuadro 6 y Figura23).

Los resultados morfométricos de solo el sistema la Joya durante la temporada de lluvias indicaron que la laguna presento, un total de 3694.6ha, una longitud de 21 km, un ancho promedio de 3 km, un perímetro de 64.2 km, cuenta con una profundidad máxima de casi 3 m y una profundidad mínima menor 1m, un desarrollo de volumen de 1.77, un factor de forma (Rf) de 0.08, una amplitud (w) 1759.33, un índice de diversidad de patton (DI) 2.98, un índice de forma 2.95 y un Índice de alargamiento (I_a) 4.2 (Cuadro 6 y Fig.23).

Los resultados morfométricos de la laguna Buenavista durante la temporada de lluvias indicaron que la laguna presento, un total de 1326.8ha, una longitud de 12 km, un ancho promedio de 1.5 km, cuenta con una profundidad máxima de casi 3m y una profundidad mínima de casi 1m, un desarrollo de volumen de 1.65, un factor de forma (Rf) de 0.92, una amplitud (w) 1105.5, un índice de diversidad de patton (DI) 3.29, un índice de forma 3.26 y un Índice de alargamiento (I_a) 5.35 (Cuadro 6 y Figura 23).

Cuadro 6. Resultados de parámetros morfométricos de temporada de lluvias del sistema lagunar la Joya Buenavista, octubre 2015.

PARÁMETROS	La Joya	Buenavista	Total Joya -Buenavista
Área en hectáreas	3694.6	1326.8	5021.2
Área en (m ²)	36,946,000	13,266,000	50,212,000
Longitud (km)	21	12	33
Ancho máximo (km)	5	2.2	5
Ancho mínimo (km)	1	0.8	0.8
Ancho promedio (km)	3	1.5	2.9
Perímetro en (km)	64.2	42.5	106.7
profundidad máxima (m)	2.94	2.92	2.94
Profundidad mínima (m)	0.52	0.76	0.52
Volumen (M ³)	57,658,148.8	21,492,882.75	79,151,031.53
Desarrollo de volumen*	1.77	1.65	1.51
Profundidad relativa %	0.0428	0.0710	0.0367
Profundidad media (m)	1.4	1.5	1.4
Factor de forma (R _f)	0.08	0.92	0.04
Amplitud (w)	1759.33	1105.5	1521.57
Coeficiente de redondez (k)	9.37	8.52	17.03
Razón de circularidad (R _c)	0.11	0.09	0.05
Índice de diversidad de Patton (DI)	2.98	3.29	4.25
Índice de Forma	2.95	3.26	4.21
Índice de alargamiento (I _a)	4.2	5.35	6.6

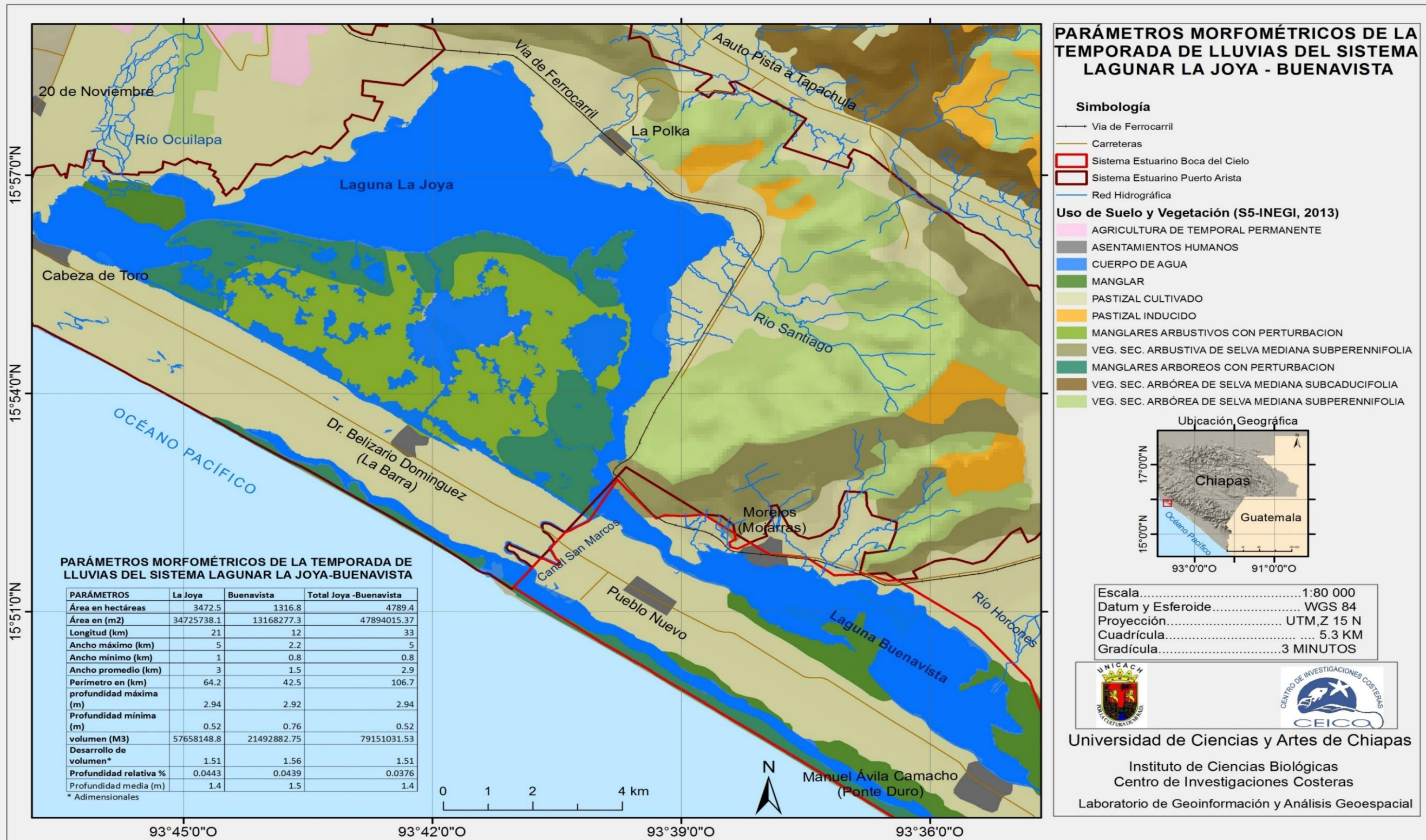


Figura 23. Mapa morfometrico en temporada de lluvias de sistema lagunar Joya- Buenavista.

7.3 Batimetría del SLJB temporada de secas y lluvias.

El SLJB, registró en temporada de secas una profundidad promedio menor a los 2 metros, con poco más de 0.2 metros de valor mínimo y un máximo menor de 3 metros y una desviación estándar de 55.39, en temporada de lluvias registro un promedio cerca de los 1.5 metros, un mínimo un poco más de 0.5 metros, un máximo de casi 3 metros y una desviación estándar 55.39 (Cuadro 7, Figura 24 y 25).

Cuadro 7. Estadísticos descriptivos de los datos de profundidad (valor mínimo, máximo, media y desviación estándar) del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
PROFUNDIDAD SECAS (cm)	111	25.0	278.0	123.270	55.393
PROFUNDIDAD LLUVIAS(cm)	111	52.0	294.0	148.351	55.395
N válido (por lista)	111				

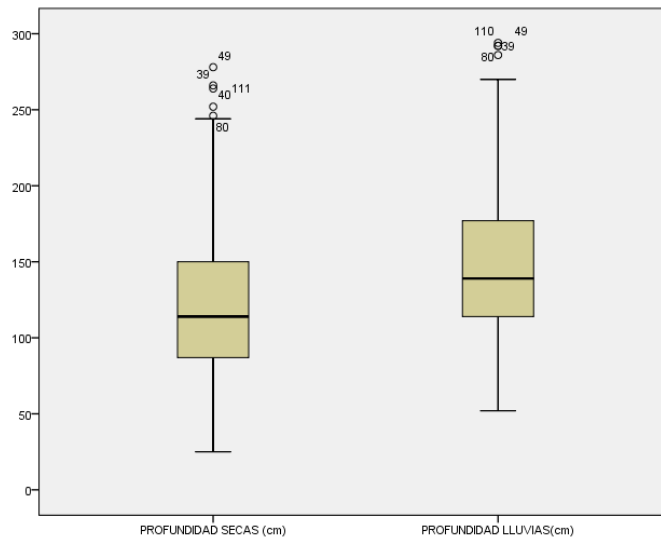


Figura 24. Grafica de caja de profundidad en temporada de secas y lluvias.

Los mapas batimétricos arrojaron que en la laguna Joya Buenavista se encontraron profundidades durante la temporada de secas (Abril 2015) de 97 a 133 cm la zona noroeste cerca de Cabeza de Toro y la Polka, en la zona centro enfrente de canal San Marcos, del Rio Santiago, en zonas sureste enfrente de Rio Horcones y Manuel Ávila Camacho (Figura 26).

Predominaron zonas de profundidad de 61 y 97 cm se encuentran distribuidas en la parte oeste en Cabeza de Toro, noroeste cerca de Belizario Domínguez, noreste enfrente de La Polka, del Rio Santiago y sureste del sistema cerca de Pueblo Nuevo y Manuel Ávila Camacho (Figura 26).

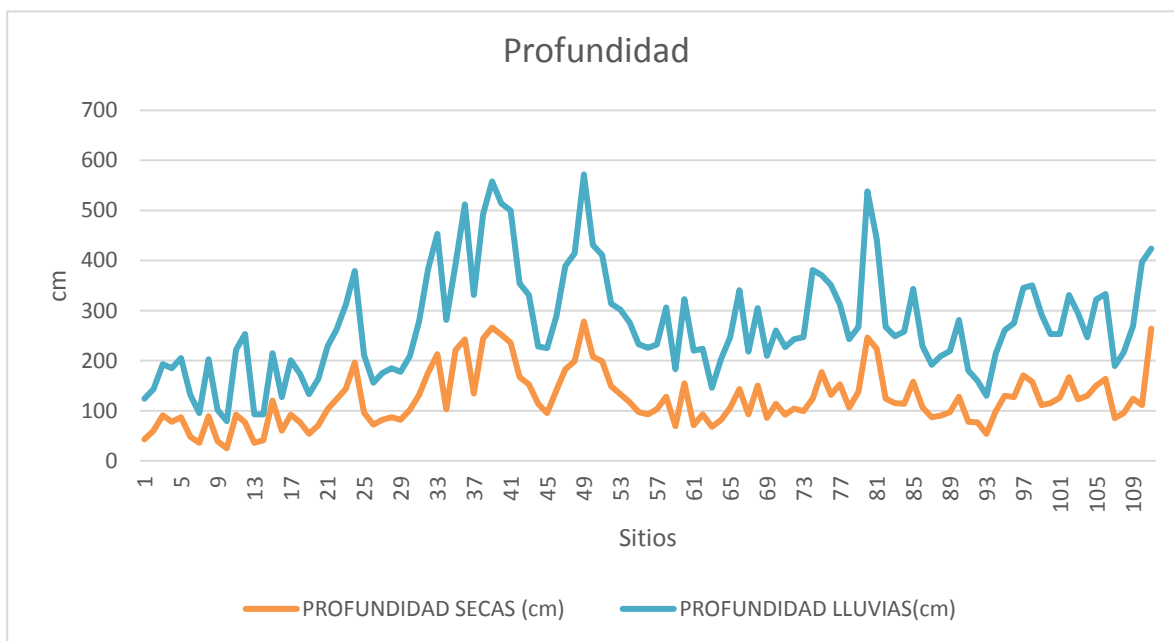


Figura 25. Comportamiento de la profundidad en temporada de secas y de lluvias.

Los mapas batimétricos arrojaron que la laguna Joya Buenavista presento durante la temporada de lluvias (Octubre 2015) profundidades mínimas de 122cm a 156 cm estas zonas se ubica al oeste, al noroeste cerca de Cabeza de Toro, en la zona noreste enfrente de Belizario Domínguez y el Rio Santiago, en la zona central cerca del canal San Marcos y enfrente de Mojarra, en zonas del sureste y este, cerca de Rio Horcones y Manuel Ávila Camacho (Figura 26).

En la zona oeste enfrente de Cabeza de Toro, noroeste cerca de Belizario Domínguez y sureste enfrente de Manuel Ávila Camacho se encontraron zonas de 87cm a 121 cm (Figura 26).

Se encontraron zonas de 157cm y 191 cm al oeste cerca de Cabeza de Toro, al noroeste cerca de la Polka, en la zona central del Canal San Marcos y del sureste enfrente de Mojarras y Manuel Ávila Camacho (Figura 26).

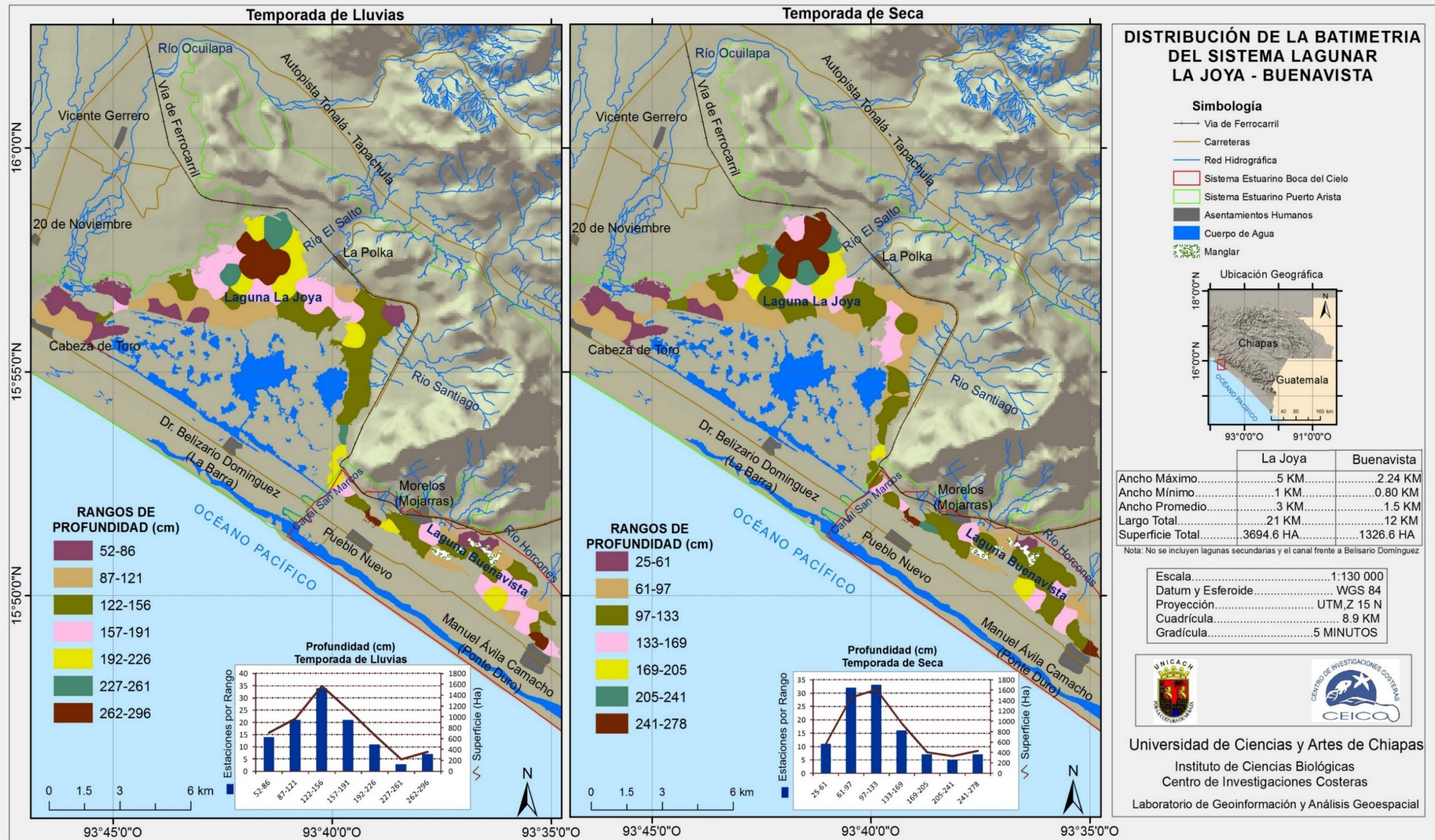


Figura 26. Mapa batimétrico en temporada de lluvias y secas de sistema lagunar Joya Buenavista.

Los resultados registrados del análisis batimétrico realizado en el SLJB en temporada de estiaje se muestran en el cuadro 8 y figura 27 la distribución de frecuencia indicó que del total de la muestra de profundidad (111 estaciones de muestreo) predominaron con un 29% profundidades con intervalos de 97 a 133 cm, con 28% las de 61 a 97 cm, posteriormente con 14% las profundidades que presentan de 133 a 169 cm y finalmente con 9% profundidades con intervalos de 21 a 61 cm. Los sitios que presentan profundidades entre 169 y 278 cm se encuentran con menor frecuencia dentro de este sistema lagunar.

Cuadro 8. Distribución de frecuencia de la profundidad del SLJB, en la temporada de seca del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	25-61	11	43	11	9.90%
2	61-97	32	79	43	28.82%
3	97-133	33	115	76	29.72%
4	133-169	16	151	92	14.41%
5	169-205	7	187	99	6.30%
6	205-241	5	223	104	4.50%
7	241-278	7	259.5	111	6.30%
		111			99.95%

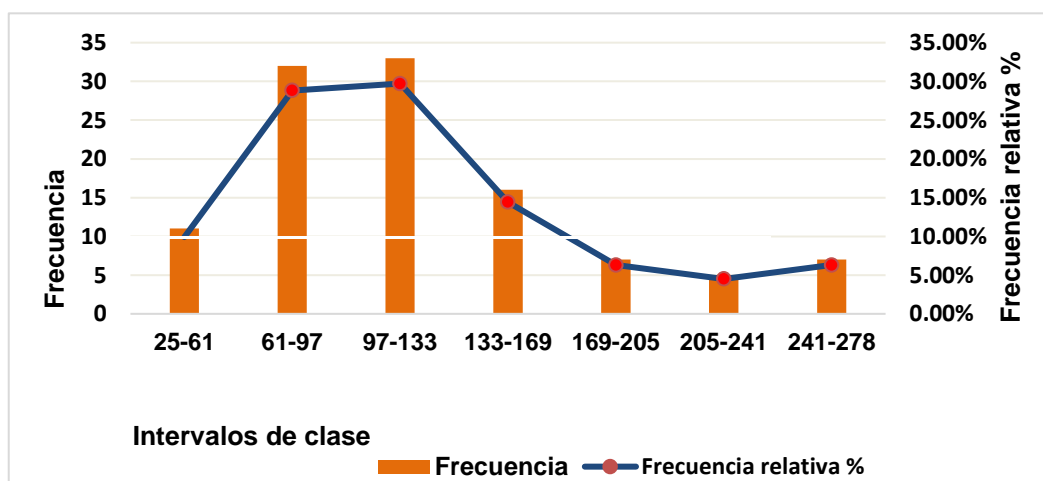


Figura 27. Histograma de frecuencia del SLJB de la profundidad en temporada de estiaje del año 2015.

Los resultados registrados del análisis batimétrico realizado en el SLJB en temporada de lluvias se muestran en el cuadro 9 y figura 28. La distribución de frecuencia indicó que del total de la muestra de profundidad (111 estaciones de muestreo) predominaron con un 30% profundidades con intervalos de 122 a 156 cm, con 18% las de 87 a 121 y 157 a 191 cm, posteriormente con 12% las profundidades que presentan de 52 a 86 cm y finalmente con 12% profundidades con intervalos de 52 a 86 cm. Los sitios que presentan profundidades entre 192 y 296 cm se encuentran con menor frecuencia dentro de este sistema lagunar.

Cuadro 9. Distribución de frecuencia de la profundidad del SLJB, en la temporada de lluvia del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	52-86	14	69	14	12.61%
2	87-121	21	104	35	18.91%
3	122-156	34	139	69	30.63%
4	157-191	21	174	90	18.91%
5	192-226	11	209	101	9.90%
6	227-261	4	244	105	3.60%
7	262-296	6	279	111	5.40%
		111			99.96%

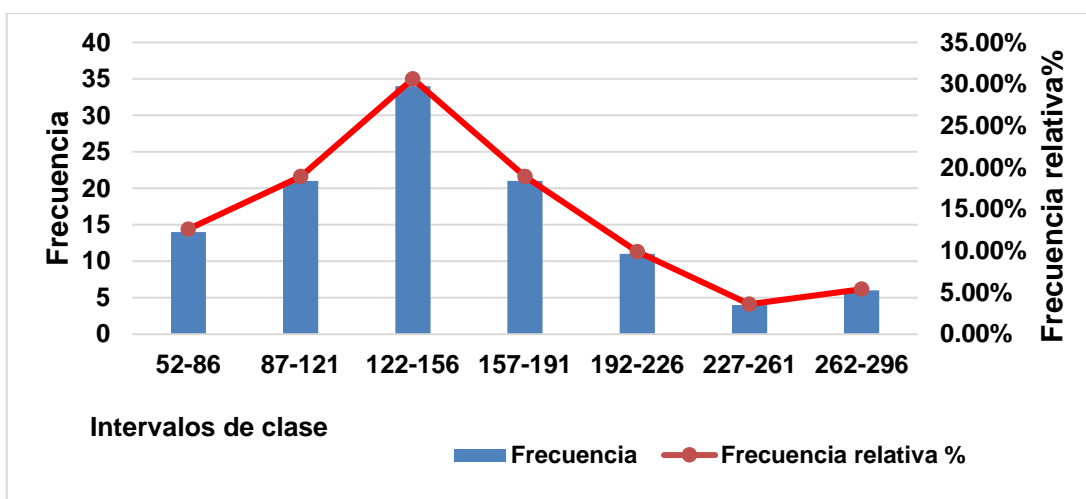


Figura.28 Histograma de frecuencia del SLJB de la profundidad en temporada de lluvias del año 2015.

7.4 Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos del SLJB en temporadas de secas y lluvias.

7.4.1 Temperatura

En la temporada de seca el SLJB registró un promedio general de temperatura de 32.4°C, con un valor mínimo en secas de poco más de 29 °C y un máximo de cerca de 36 °C, además una desviación estándar de .88, en temporadas de lluvias presento un promedio de 32.1 °C, un mínimo un menor de los 31°C y un máximo menor de 35°C, así mismo presento una desviación de 1.01 (Cuadro 10, Figura 29 y 30).

Cuadro 10. Estadísticos descriptivos de los datos de temperatura del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
TEMPERATURA SECAS °C	111	30.82	35.19	32.440	.883
TEMPERATURA LLUVIAS °C	111	30.0	34.1	32.173	1.016
N válido (por lista)	111				

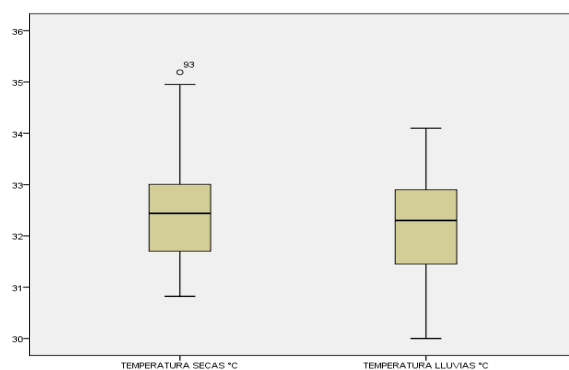


Figura 29. Grafica de cajas de temperatura en secas y lluvias.

Se encontraron temperaturas durante el periodo de secas octubre 2015 se encontraron zonas de 31.55 y 32.27°C en la parte noroeste cerca de Belizario Domínguez, en la zona noreste cerca de la Polka y el Rio Santiago, en la zona central cerca del canal San Marcos y en el sureste enfrente de Manuel Ávila Camacho.

Se encontraron zonas al oeste de temperaturas de 32.28 y 33°C ubicadas enfrente a Cabeza de toro, al noroeste enfrente al Rio El Salto, al noreste cerca del Rio Santiago, en la zona central del canal del San Marcos, al sureste enfrente de Pueblo Nuevo y Manuel Ávila Camacho (Figura 31).

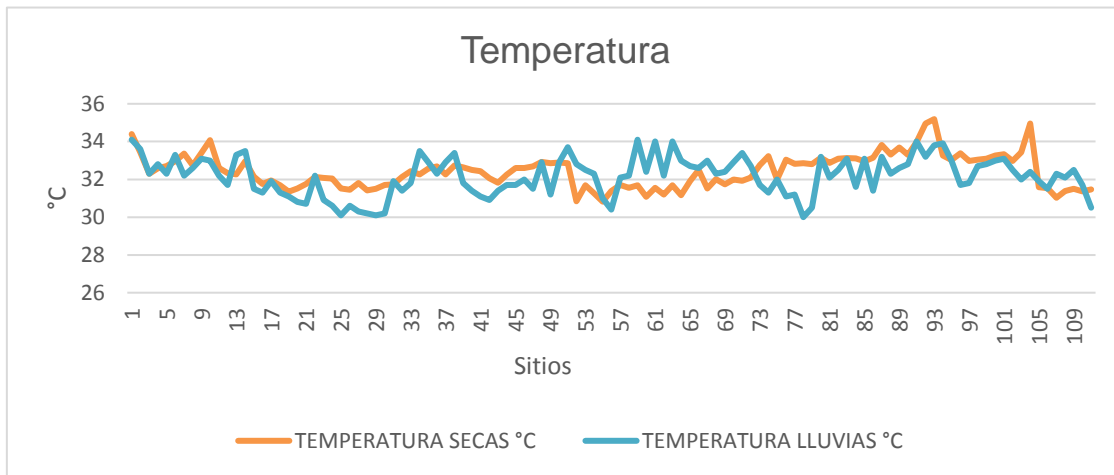


Figura 30. Comportamiento de temperatura del SLJB en temporada de secas y lluvias.

Las temperaturas más altas durante la temporada de lluvias de abril 2015 fueron zonas al oeste de 32.07 a 32.75 °C cerca de Cabeza de Toro, al noreste cerca de la Polka y el Rio Santiago, en la zona central cerca de Pueblo Nuevo, sureste cerca de Rio Horcones y Manuel Ávila Camacho (Figura 31).

Se distribuyen zonas al oeste con temperaturas de 32.76 y 33.44 °C enfrente de Cabeza de Toro, al noroeste cerca del Rio El Salto, al noreste enfrente del Rio Santiago y al sureste enfrente de Pueblo Nuevo y Rio Horcones (Figura 31).

Se encontraron zonas con 31.38 y 32.06 °C al noroeste cerca de Cabeza de Toro y Belizario Domínguez, en la zona central cerca del canal San Marcos y al sureste cerca de Pueblo Nuevo y Manuel Ávila Camacho (Figura 31).

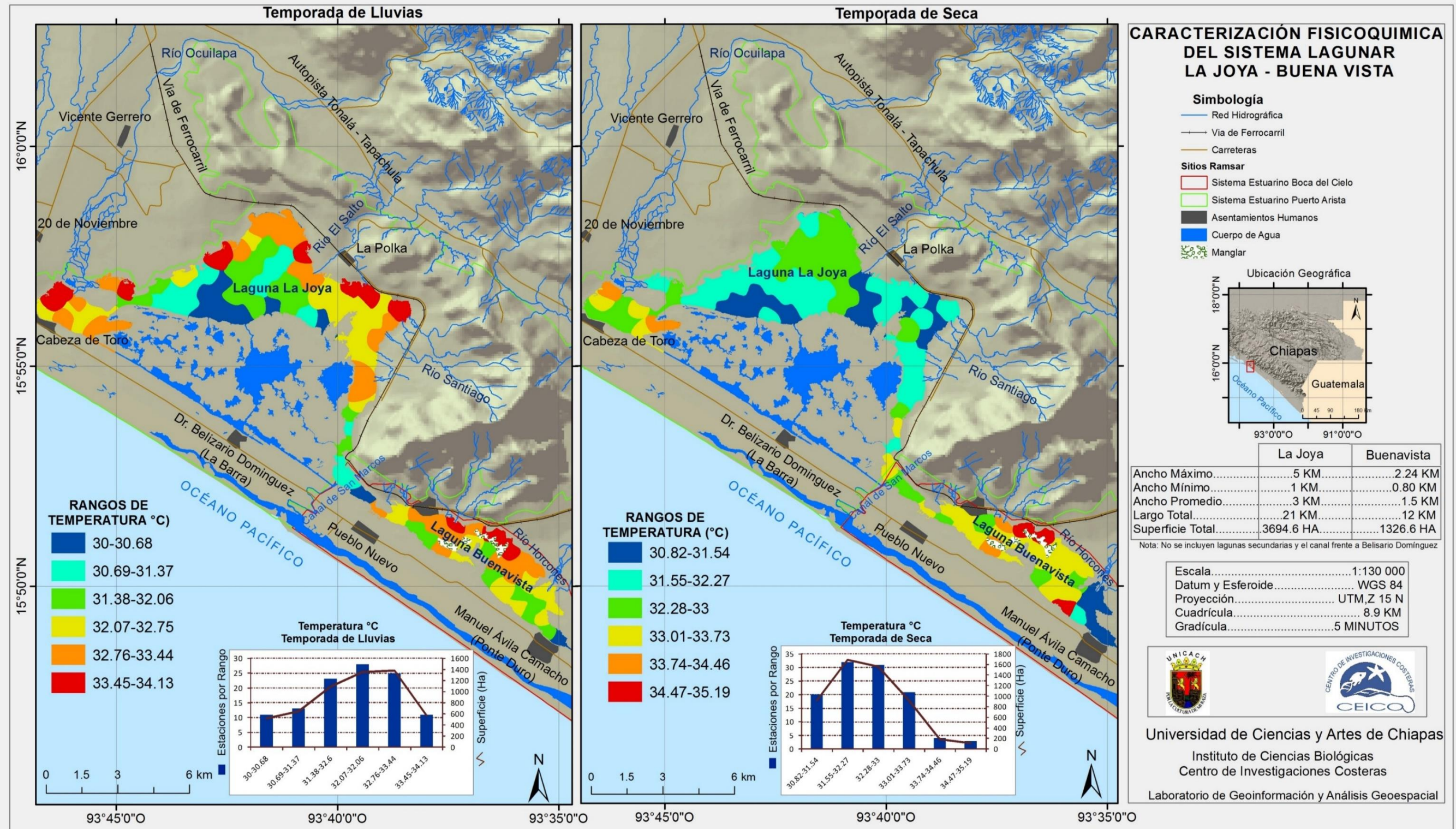


Figura 31. Mapa de distribución de temperatura en temporada de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.

Los resultados del análisis de distribución de frecuencia aplicado a los datos de temperatura del SLJB en temporada de secas se pueden observar cuadro 11 y figura 32. Donde se determina que del total de las muestras (n=111) las temperaturas que están en el intervalo de 31.5°C a 33. °C, fueron las más predominantes con un 28.8%, seguido con un 18.01% los sitios que se encuentran entre el intervalo de los 30.8°C a 33.7°C y finalmente con un 3.6% se encontraron zonas con temperaturas entre los 33.7°C y 34.4°C.

Cuadro 11. Distribución de frecuencia de temperatura del SLJB, en la temporada de seca del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	30.82 -31.54	20	31.18	20	18.01%
2	31.55-32.27	32	31.91	52	28.82%
3	32.28-33	32	32.64	84	28.82%
4	33.01-33.73	20	33.37	104	18.01%
5	33.74- 34.46	4	34.1	108	3.60%
6	34.47-35.19	3	34.83	111	2.70%
		111			99.96%

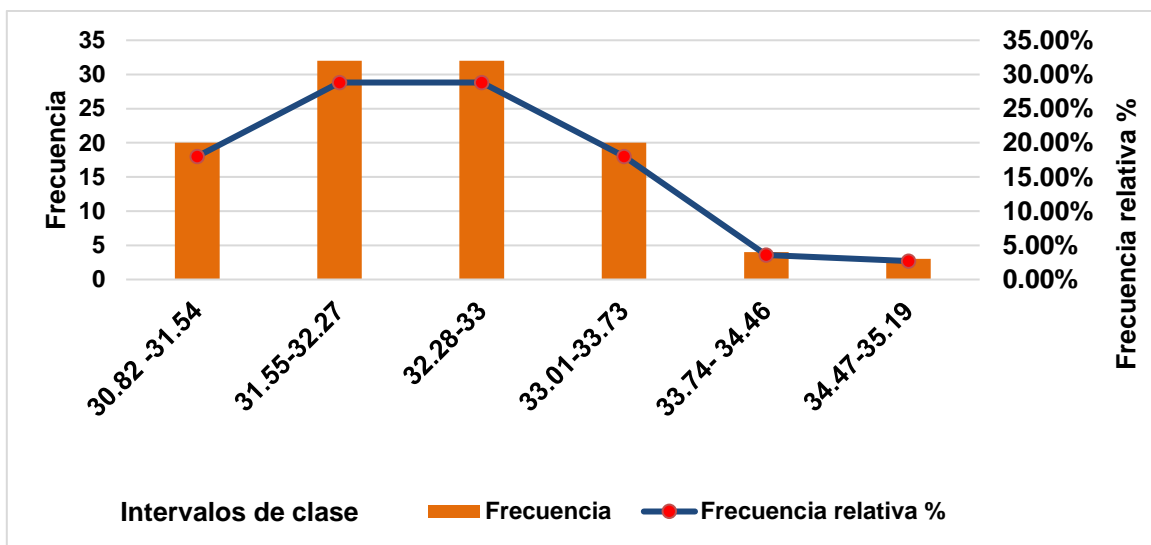


Figura 32. Histograma de frecuencia del SLJB de la temperatura en temporada de estiaje del año 2015.

Los resultados del análisis de distribución de frecuencia aplicado a los datos de temperatura del SLJB en temporada de lluvias se pueden observar cuadro 12 y figura 33. Donde se determina que del total de las muestras (n=111) las temperaturas que están en el intervalo de 32.0°C a 32.7 °C, fueron las más predominantes con un 25.2%, seguido con un 21.6% los sitios que se encuentran entre el intervalo de los 32.7°C a 33.4°C y con un 20.72% intervalos de 31.3 a 32.6 finalmente con un 11.7% se encontraron zonas con temperaturas entre los 30.6°C y 31.7°C.

Cuadro 12. Distribución de frecuencia de temperatura del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	30-30.68	12	30.34	12	10.81%
2	30.69-31.37	13	31.03	25	11.71%
3	31.38-32.06	23	31.72	48	20.72%
4	32.07-32.75	28	32.41	76	25.22%
5	32.76- 33.44	24	33.1	100	21.62%
6	33.45-34.13	11	33.79	111	9.90%
		111			99.98%

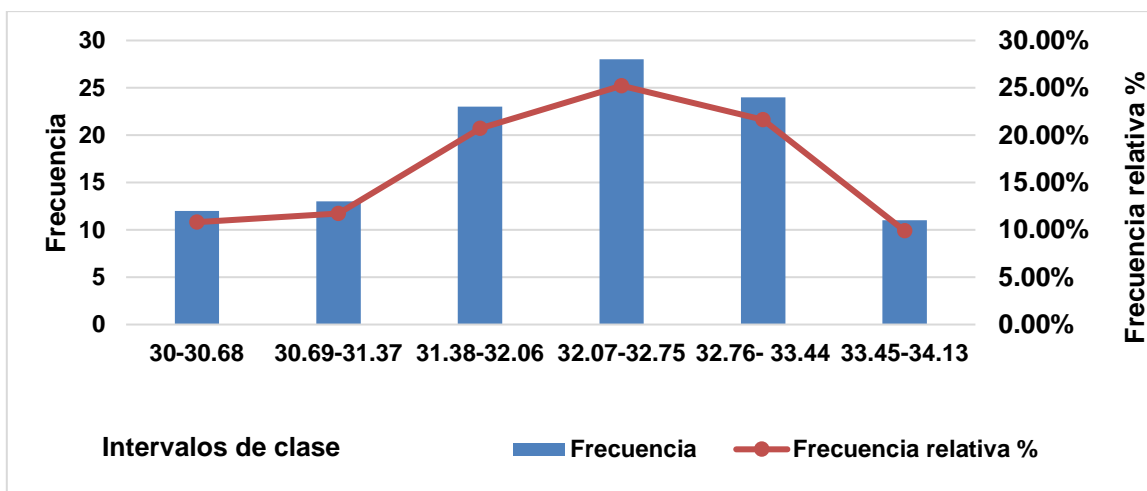


Figura 33. Histograma de frecuencia de temperatura del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.

7.4.2 Oxígeno disuelto.

Dentro del SLJB, el oxígeno disuelto manifestó un promedio general en secas de 7.17 mg/l; con un valor mínimo menor de 3mg/l y un máximo menor de 14 mg/l, una desviación estándar de 2.48 respectivamente. En lluvias presento un promedio de oxígeno disuelto de 8.17 mg/l; con un mínimo de mayor de 3mg/l y un máximo mayor de 13 mg/l; una desviación estándar de 1.95 respectivamente (Cuadro 13, Figura 34 y Figura 35).

Cuadro 13. Estadísticos descriptivos de los datos de oxígeno disuelto del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
OD YSI (mg/l) SECAS	111	2.02	13.82	7.177	2.484
OD YSI (mg/l) LLUVIAS	111	4.02	14.78	8.172	1.956
N válido (por lista)	111				

Los valores encontrados de bajo niveles de oxígeno disuelto con riesgo de hipoxia durante la temporada de secas fueron de 3.58 mg/l y 5.94 mg/l en las zonas del oeste enfrente a Cabeza de Toro, al noroeste cerca de Belizario Domínguez, al noreste enfrente del Rio Santiago, en la zona central en el canal San Marcos y al sureste enfrente de Morelos (Mojarras), Pueblo Nuevo, Rio Horcones y Manuel Ávila Camacho (Figura 36).

Se encontraron zonas al oeste cerca de Cabeza de Toro de 5.94 mg/l y 7.9 mg/l, al noroeste cerca de Belizario Domínguez, al noreste enfrente del rio Santiago, en la zona central cerca del canal San Marcos y Pueblo Nuevo y al sureste cerca de Manuel Ávila Camacho y Rio Horcones (Figura 36).

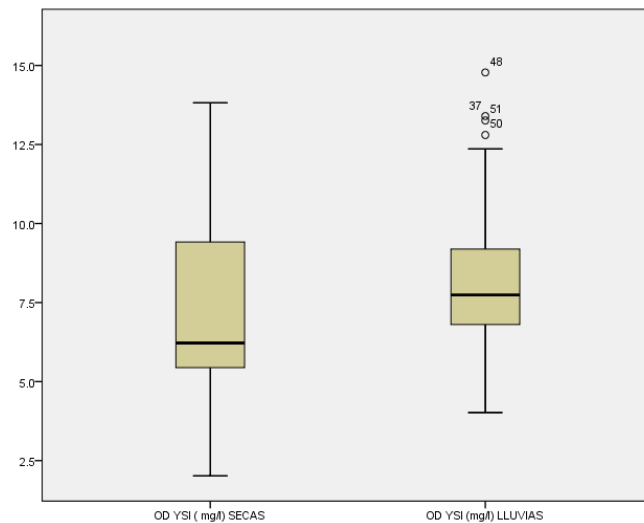


Figura 34. Grafica de cajas de oxígeno disuelto en secas y lluvia.

Los valores óptimos de oxígeno disuelto del SLJB en temporada de lluvias fueron de 5.8 mg/l a 7.5 mg/l se encuentran distribuidos en la zonas del oeste enfrente a Cabeza de Toro, al noroeste cerca de Belizario Domínguez, al noreste enfrente del rio Santiago, en la zona central en el canal San Marcos y al sureste cerca de Pueblo Nuevo y Manuel Ávila Camacho. Se encontraron zonas al oeste enfrente de Cabeza de Toro con valores de 7.6 mg/l y 9.3 mg/l, también la zona noroeste cerca de Belizario Domínguez y la Polka, al noreste enfrente del rio Santiago, en la zona central enfrente de Morelos (Mojarras) y Pueblo Nuevo, al sureste enfrente de rio Horcones y Manuel Ávila Camacho (Figura 36).

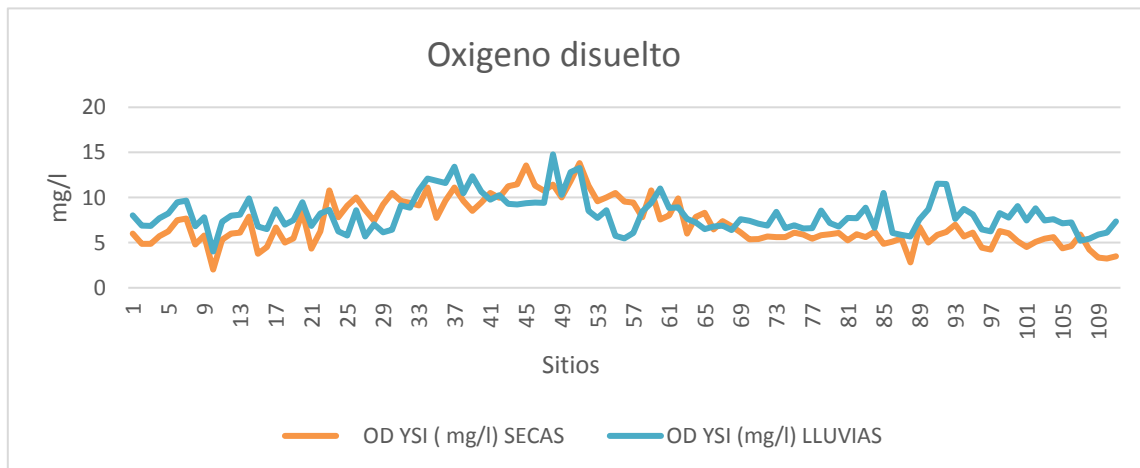


Figura 35. Comportamiento del OD en el SLJB en temporada de secas y lluvias.

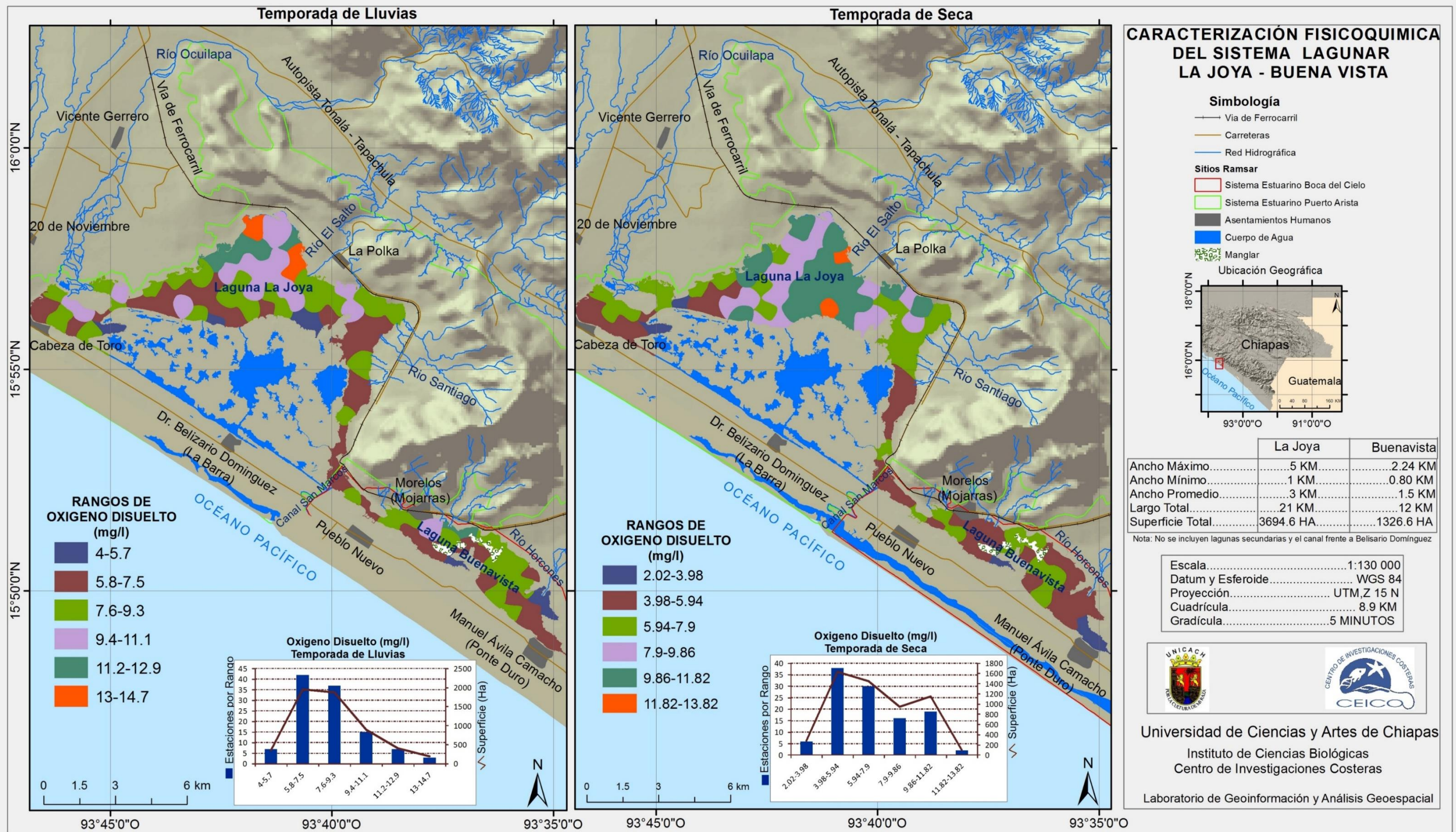


Figura 36. Mapa de distribución de oxígeno disuelto (OD) en temporada de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.

Los resultados del análisis de distribución de frecuencia para el oxígeno disuelto en temporada de seca se muestran en cuadro 14 y figura 37. En donde se muestra que en el SLJB se encontraron con una mayor frecuencia sitios que presentaron bajos niveles de oxígeno entre 3.9 y 5.9 mg/l, representando un 34.2% de la muestra total (n=111), posteriormente con un 27.0% se encuentran zonas entre 5.9 mg/l y 7.9 mg/l., seguido con un 16% los sitios que presentan entre 9.8 mg/l y 11.8mg/l de oxígeno disuelto, finalmente con 15% se presentaron sitios entre los 7.9 mg/l a 9.8 mg/l de oxígeno disuelto respectivamente.

Cuadro 14. Distribución de frecuencia de oxígeno disuelto del SLJB, en la temporada de secas del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	2.02-3.98	6	3	6	5.40%
2	3.98-5.94	38	4.96	44	34.23%
3	5.94-7.9	30	6.92	74	27.02%
4	7.9-9.86	17	8.88	91	15.31%
5	9.86-11.82	18	10.84	109	16.21%
6	11.82-13.82	2	12.82	111	1.80%
		111			99.97%

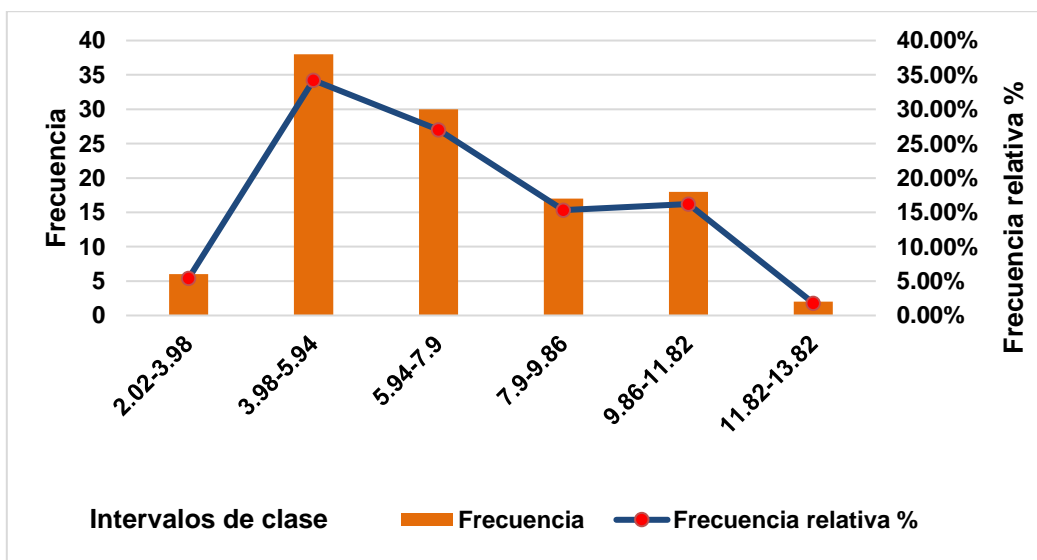


Figura 37. Histograma de frecuencia del SLJB del oxígeno disuelto en temporada de estiaje del año 2015.

Los resultados del análisis de distribución de frecuencia para el oxígeno disuelto en temporada de lluvia se muestran en cuadro 15 y figura 38. En el SLJB se encontraron con una mayor frecuencia sitios que presentaron niveles de oxígeno entre 5.8 y 7.5 mg/l, representando un 37.8% de la muestra total (n=111), así mismo con un 33% se encuentran zonas entre 7.6 mg/l y 9.3 mg/l., seguido con un 13% los sitios que presentan entre 9.4mg/l y 11.1mg/l de oxígeno disuelto, finalmente con 15% se presentaron sitios entre los 7.9 mg/l a 9.8 mg/l de oxígeno disuelto respectivamente, el resto de intervalos de 4mg/l a 14.7 mg/l obtuvieron las frecuencias menos relevantes.

Cuadro 15. Distribución de frecuencia de oxígeno disuelto del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	4-5.7	7	4.85	7	6.30%
2	5.8-7.5	42	6.65	49	37.83%
3	7.6-9.3	37	8.45	86	33.33%
4	9.4-11.1	15	10.25	101	13.51%
5	11.2-12.9	7	12.05	108	6.30%
6	13-14.7	3	13.85	111	2.70%
		111			99.97%

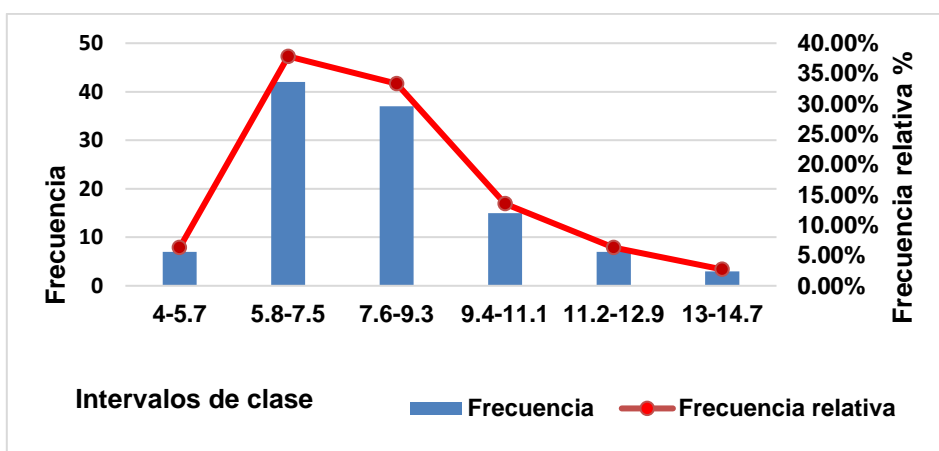


Figura 38. Histograma de frecuencia del SLJB del oxígeno disuelto en temporada de lluvias del año 2015.

7.4.3 Potencial de hidrogeno.

El comportamiento del potencial de Hidrógeno dentro del SLJB, presento un promedio en secas de 7.36, un mínimo menor de 6, un máximo menor de 8 y una desviación estándar de 0.51; En temporada de lluvias presento un promedio de 8.36, un mínimo menor de 7, un máximo de casi 9 y una desviación estándar de .42, (Cuadro 16, Figura 39, Figura 40).

Cuadro 16. Estadísticos descriptivos de los datos de pH del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
PH SECAS	111	5.45	8.40	7.366	.518
PH LLUVIAS	111	6.54	8.98	8.362	.423
N válido (por lista)	111				

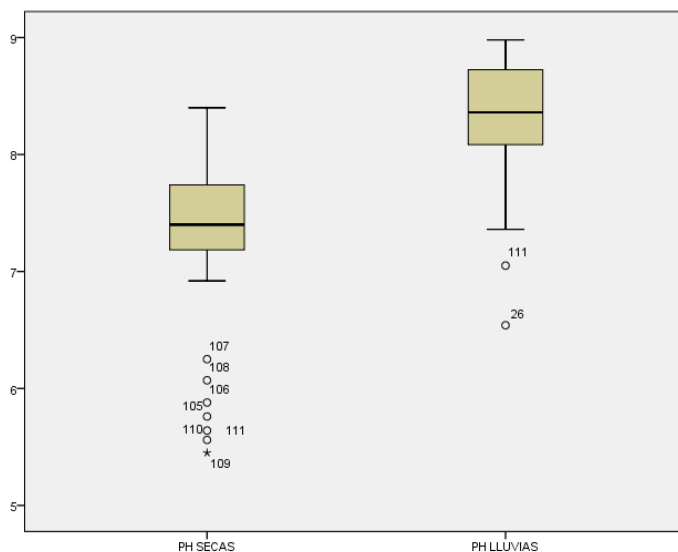


Figura 39. Grafica de cajas de pH en temporada de secas y lluvias.

Se encontraron zonas con pH de 7.25 a 7.85 en temporada de secas al oeste enfrente de Cabeza de Toro, al noroeste cerca de Belizario Domínguez, al noreste cerca del Rio el Salto y La Polka, al sureste enfrente de Morelos (Mojarras) y Pueblo Nuevo (Figura 41).

Se encontraron zonas con pH de 6.65 a 7.25 al oeste cerca de Cabeza de Toro, al noreste cerca de La Polka y el Rio Santiago, en la zona central en el Canal San Marcos y Pueblo Nuevo, al sureste enfrente de Manuel Ávila Camacho y Rio Horcones (Figura 41).

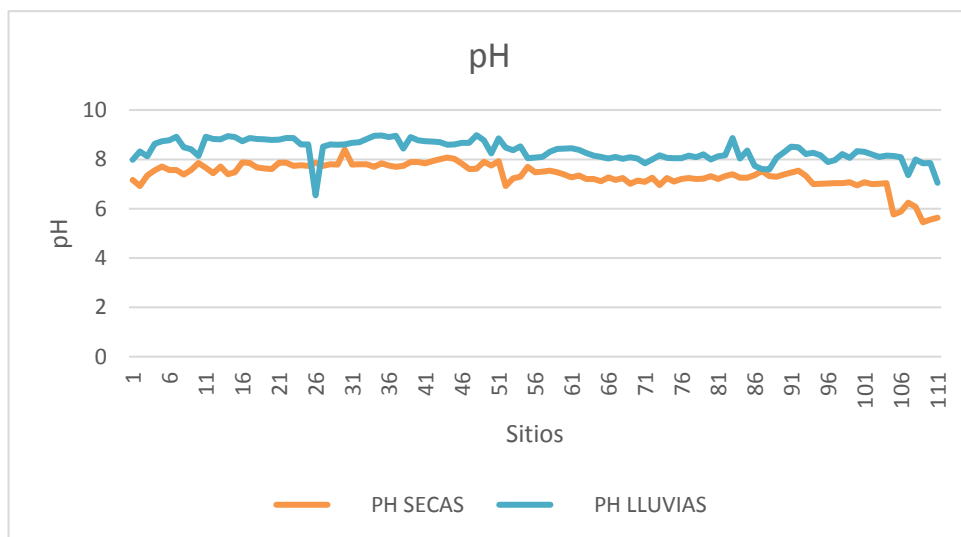


Fig. 40. Comportamiento del pH del SLJB en temporada de secas y lluvia.

En temporada de lluvias se alcanzó un pH de 8.4 y 8.9 se encuentran las zonas al oeste enfrente de Cabeza de Toro, al noroeste enfrente del Rio El Salto y cerca de Belizario Domínguez, al noreste cerca de La Polka y al sureste enfrente de Morelos (Mojarras) (Figura 41).

Se encontraron zonas de 7.8 a 8.3 que se distribuyen al oeste cerca de Cabeza de Toro, al noreste enfrente de rio Santiago, cerca de La Polka y Rio El Salto, en la zona central en el Canal San Marcos, enfrente de Pueblo Nuevo y Morelos (Mojarra), al sureste enfrente del Rio Horcones y Manuel Ávila Camacho (Figura 41).

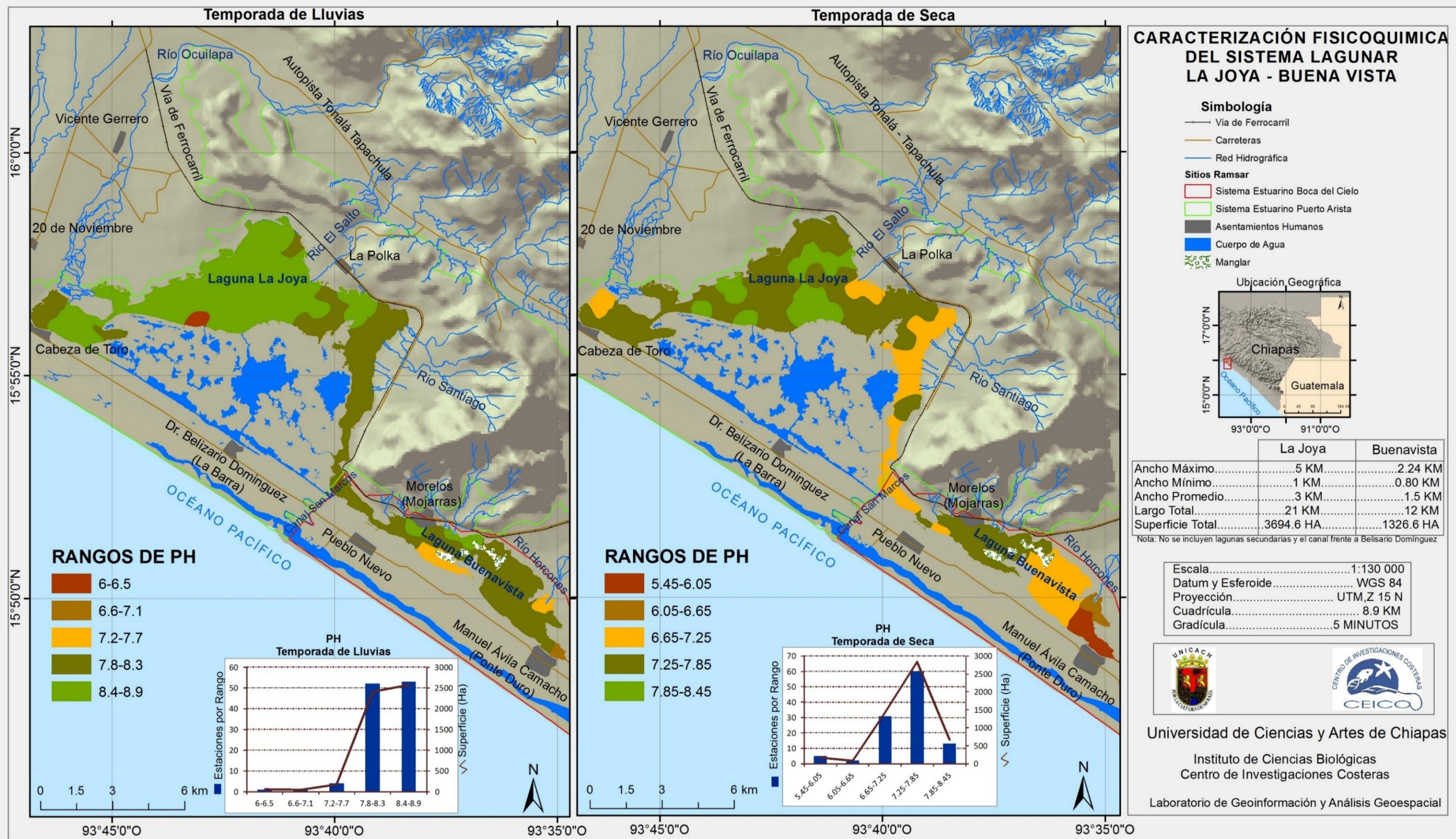


Figura 41. Mapa de distribución de pH en temporada de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.

Los resultados del análisis de distribución de frecuencia para el potencial de hidrógeno del SLJB en temporada de estiaje se muestran en cuadro 17 y Figura 42. Que demuestran que del total de la muestra (n=111) el 54.0% de los puntos de muestreos presentaron de 7.2 a 7.8 de potencial de hidrogeno, el 27.0 % presentaron entre 6.6 y 7.2 de potencial de hidrógeno y finalmente con un 11.7% los sitios presentaron de 7.8 a 8.4 de pH.

Cuadro 17. Distribución de frecuencia de potencial de hidrogeno del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	5.45-6.05	6	5.75	6	5.40%
2	6.05-6.65	2	6.35	8	1.80%
3	6.65-7.25	30	6.95	38	27.02%
4	7.25-7.85	60	7.55	98	54.05%
5	7.85-8.45	13	8.15	111	11.71%
		111			99.98%

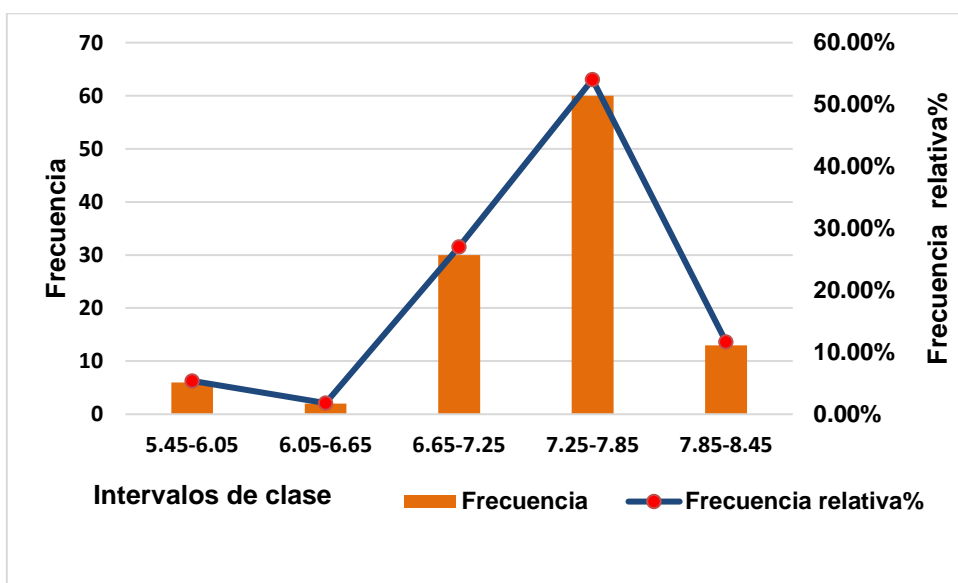


Figura 42 .Histograma de frecuencia del SLJB del potencial de hidrogeno en temporada de estiaje del año 2015.

Los resultados del análisis de distribución de frecuencia para el potencial de hidrógeno del SLJB en temporada de lluvias se muestran en cuadro 18 y Figura 43. Que demuestran que del total de la muestra (n=111) el 48.6% de los puntos de muestreos presentaron de 8.4 a 8.9 de potencial de hidrogeno, el 45.9% presentaron entre 7.8 y 8.3 de potencial de hidrógeno y finalmente con un 3.6% los sitios presentaron de 7.2 a 7.7 de pH.

Cuadro 18. Distribución de frecuencia de potencial de hidrogeno del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	6-6.5	1	6.25	1	0.90%
2	6.6-7.1	1	6.85	2	0.90%
3	7.2-7.7	4	7.45	6	3.60%
4	7.8-8.3	51	8.05	57	45.94%
5	8.4-8.9	54	8.65	111	48.61%
		111			99.98%

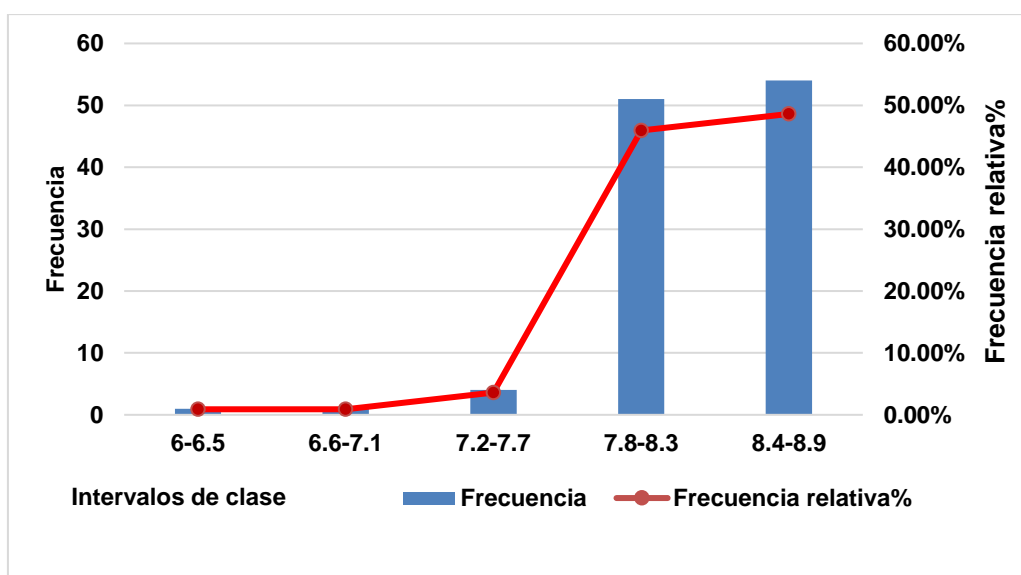


Figura 43. Histograma de frecuencia del SLJB del potencial de hidrogeno en temporada de lluvias del año 2015.

7.4.4 Salinidad.

En temporada de seca, la salinidad dentro del SLJB presentó un promedio general de 37.18 ups., con valor mínimo de poco más de 29 ups y máximo de mayor de 40 ups., se presentó una desviación estándar de 1.94., en temporada de lluvias presento un promedio de 21.08 ups., con un valor mínimo menor de 15 ups, un máximo menor de 27 ups., se presentó una desviación estándar de 3.77 (Cuadro 19, figura 44 y figura 45).

Cuadro 19. Estadísticos descriptivos de los datos de salinidad del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
SALINIDAD SECAS	111	30.08	41.15	37.185	1.942
SALINIDAD LLUVIAS	111	14.0	26.0	21.081	3.773
N válido (por lista)	111				

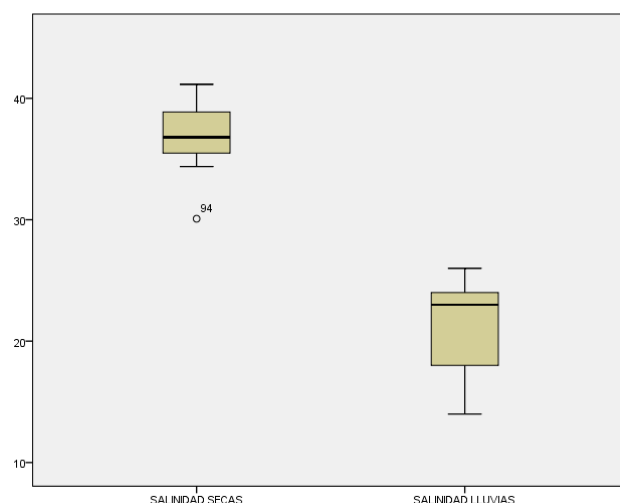


Figura 44. Grafica de cajas de salinidad en temporada de secas y lluvias.

Se encontraron zonas en temporada de secas de salinidad de 34 a 36 ups al oeste enfrente de Cabeza de Toro, al noroeste enfrente del Rio El Salto cerca de la Belizario Domínguez y al sureste enfrente de Manuel Ávila Camacho (Figura 46).

Se encontraron zonas al oeste de 36 a 38 ups frente de Cabeza de Toro, al noreste frente de la Polka, en la zona central frente del canal San Marcos y Pueblo Nuevo y al sureste frente de Manuel Ávila Camacho y Río Horcones (Figura 46).

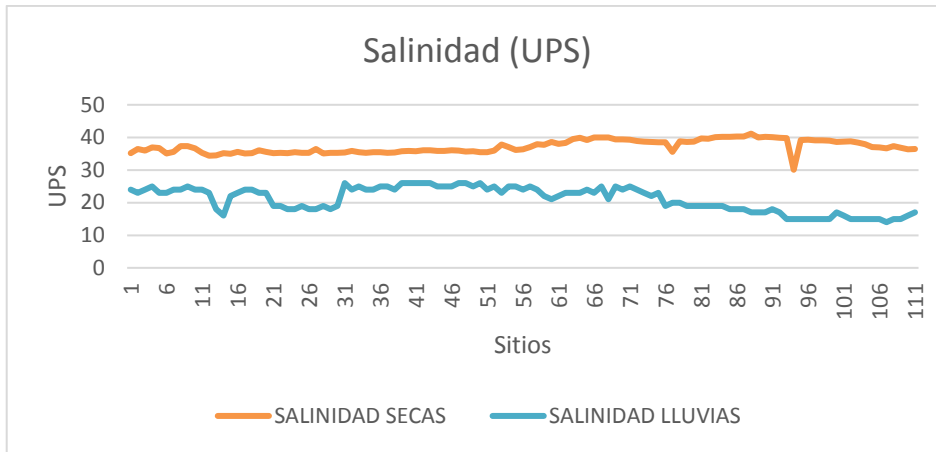


Figura 45. Comportamiento de la salinidad del SLJB en temporada de secas y lluvias.

En temporada de lluvias se encontraron zonas al oeste de 21 a 23 ups frente de Cabeza de Toro, al noroeste cerca del Río El Salto y La Polka, al noreste cerca del Río Santiago y en la zona central frente del canal San Marcos (Figura 46).

Se identificaron zonas de 23 a 25 ups al noroeste frente del Río El Salto cerca de Belizario Domínguez y al noroeste frente del Río Santiago (Figura 46).

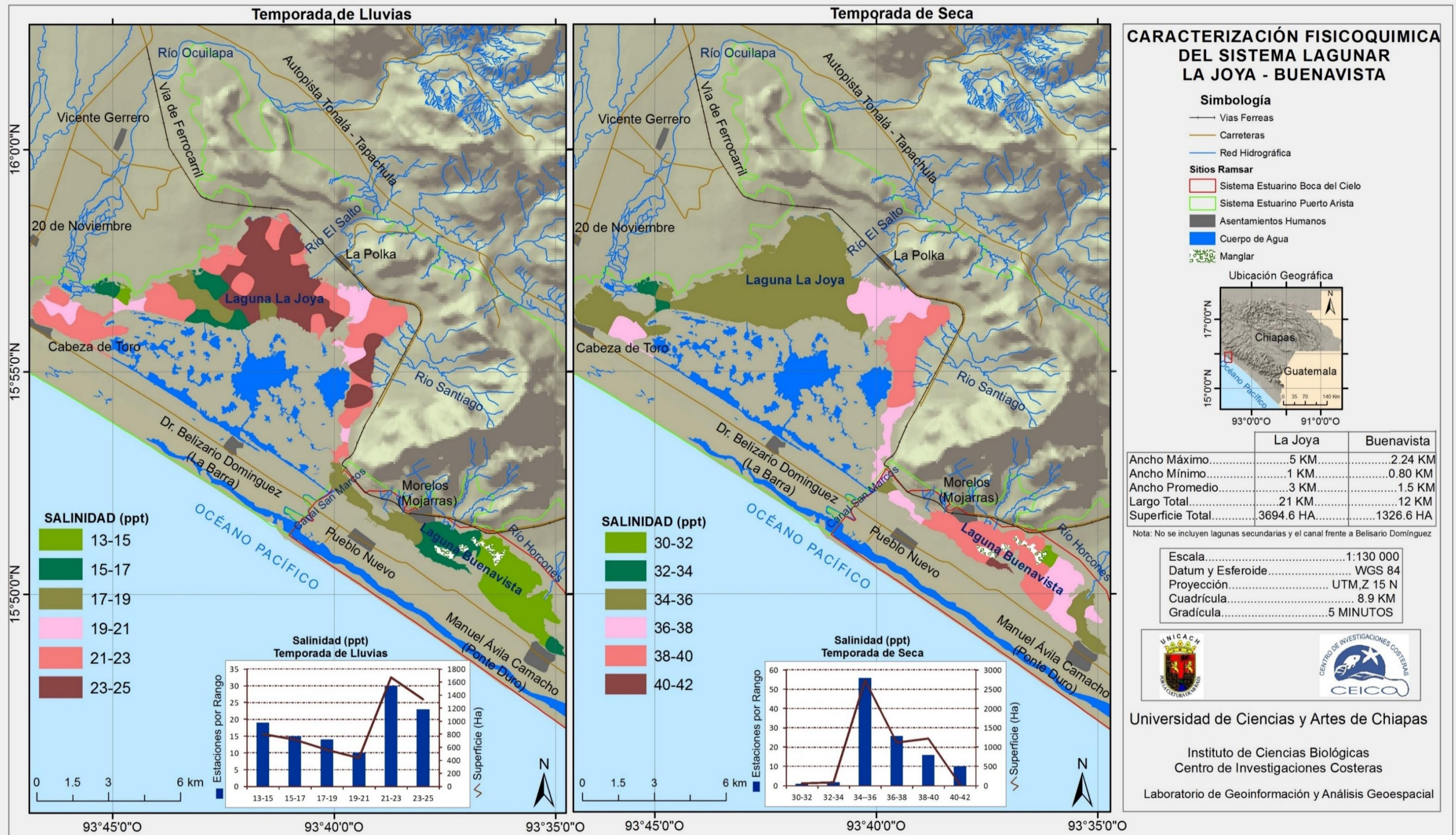


Figura 46. Mapa de distribución de salinidad (UPS) durante el periodo de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.

En cuadro 20 y Figura 47 se muestran los resultados del análisis de distribución de frecuencia de la salinidad en temporada de secas del SLJB, los cuales establecen que la salinidad que más predominó son las que se encontraron dentro del intervalo de 34 y 36 ups, determinando un 51.3% de la muestra total (n=111), seguido de un 22.5% salinidades entre 36 ups y 38 ups, finalmente con un 14.4% las salinidades que van de los 38 ups a 40 ups.

Cuadro 20. Distribución de frecuencia de la salinidad del SLJB, en la temporada de secas del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	30-32	1	31	1	0.90%
2	32-34	2	33	3	1.80%
3	34-36	57	35	60	51.35%
4	36-38	25	37	85	22.52%
5	38-40	16	39	101	14.41%
6	40-42	10	41	111	8.10%
		111			99.08%

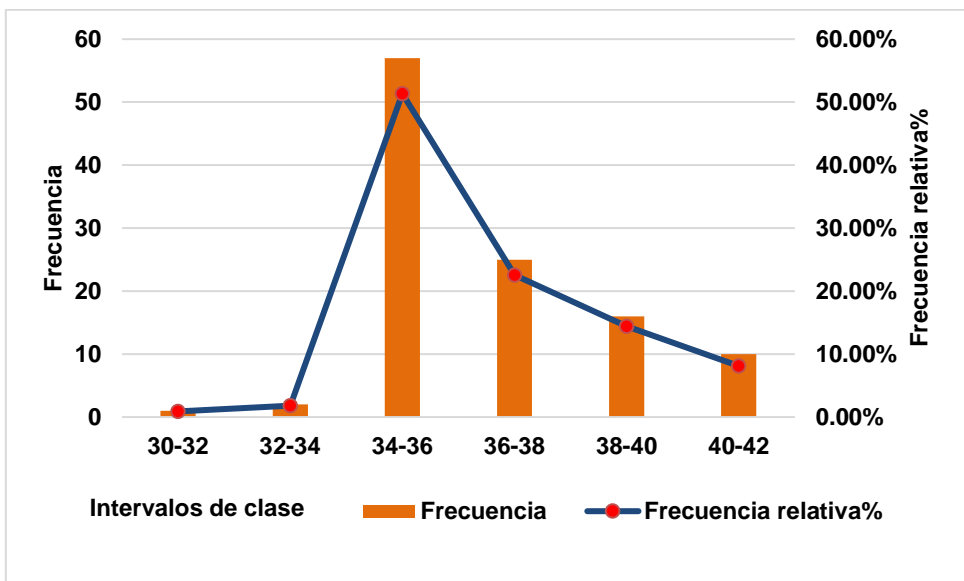


Fig.47 Histograma de frecuencia del SLJB de la salinidad en temporada de secas del año 2015.

En cuadro 21 y Figura 48 se muestran los resultados del análisis de distribución de frecuencia de la salinidad en temporada de secas del SLJB, los cuales establecen que la salinidad que más predominó son las que se encontraron dentro del intervalo de 21 ups a 23 ups, determinando un 27.0% de la muestra total (n=111), seguido de un 20.7% salinidades entre 23 ups y 25 ups, con un 17.1% las salinidades que van de los 13ups a 15ups, con un 13.5% salinidades que van de 15 ups a 17 ups .

Cuadro 21. Distribución de frecuencia de la salinidad del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	13-15	19	14	19	17.11%
2	15-17	15	16	34	13.51%
3	17-19	14	18	48	12.61%
4	19-21	10	20	58	9.00%
5	21-23	30	22	88	27.02%
6	23-25	23	24	111	20.72%
		111			99.97%

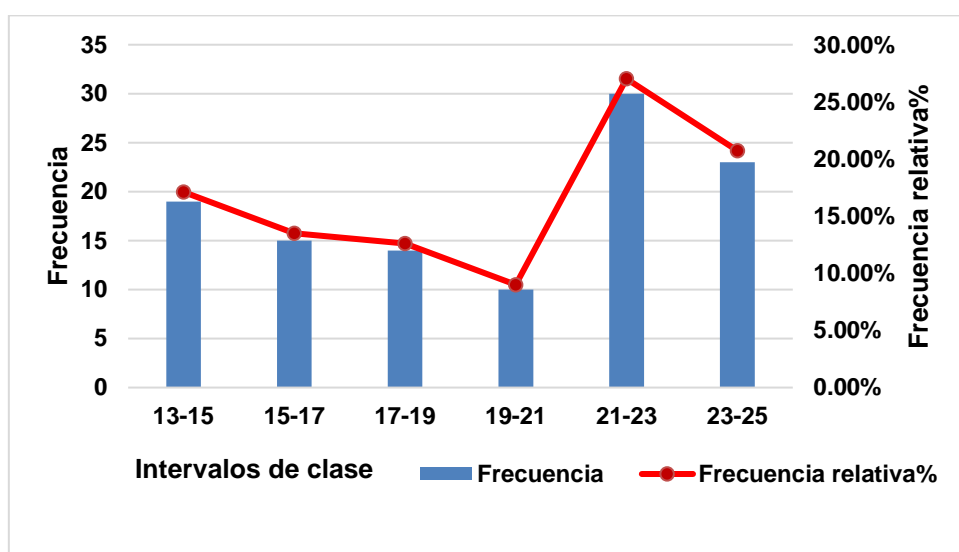


Figura.48 Histograma de frecuencia del SLJB de la salinidad en temporada de lluvias del año 2015.

7.4.5. Transparencia

En temporada de seca, la transparencia dentro del SLJB presentó un promedio general de 82.51 cm., con valor mínimo menor de 26 cm y máximo mayor de 135cm., se presentó una desviación estándar de 25.38., en temporada de lluvias presento un promedio de 78.23 cm., con un valor mínimo menor de 41 cm, un máximo un poco más de 119cm., se presentó una desviación estándar de 20.70 (Cuadro 22, Figura 49 y 50).

Cuadro 22. Estadísticos descriptivos de los datos de transparencia del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
TRANSPARENCIA SECAS (cm)	111	25.0	137.0	82.514	25.380
TRANSPARENCIA LLUVIAS (cm)	111	40.0	120.00	78.236	20.702
N válido (por lista)	111				

Se encontraron zonas de transparencia en temporada de secas de 73 cm a 89 cm al oeste enfrente de Cabeza de Toro, al noroeste cerca de Belizario Domínguez, al noreste enfrente del Rio Santiago, en la zona central enfrente del Canal San Marcos, Pueblo Nuevo y al sureste enfrente de Rio Horcones y cerca de Manuel Ávila Camacho (Figura 51).

Se encontraron zonas de 89 cm a 105 cm al oeste enfrente de Cabeza de Toro, al noroeste cerca de Belizario Domínguez, al noreste cerca de la Polka y Rio Santiago, en la zona central en el Canal San Marcos y al sureste enfrente de Manuel Ávila Camacho (Figura 51).

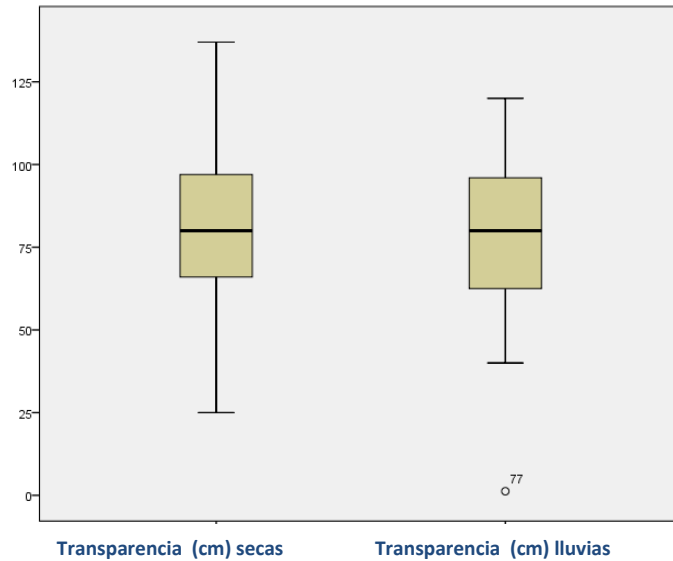


Figura 49. Grafica de cajas de transparencia en temporada de secas y lluvias.

Se encontraron zonas de 57 cm a 73 cm al oeste enfrente de Cabeza de Toro, al noroeste cerca de Belizario Domínguez, al noreste cerca de la Polka, en la zona central cerca del Canal San Marcos, enfrente de Morelos (Mojarras) y al sureste cerca de Pueblo Nuevo y Rio Horcones (Figura 51).

En temporada de lluvias se encontraron zonas de 88 cm a 100 cm al noroeste cerca de Belizario Domínguez, al noreste enfrente de Rio Santiago, en la zona central cerca del Canal San Marcos, enfrente de Morelos (Mojarras) y al sureste enfrente del Rio Horcones y Manuel Ávila Camacho (Figura 51).

Se hallaron zonas de 64 cm a 76 cm al noroeste enfrente del Rio El Salto, cerca de Belizario Domínguez y al sureste cerca del Rio Horcones y Manuel Ávila Camacho (Figura 51).

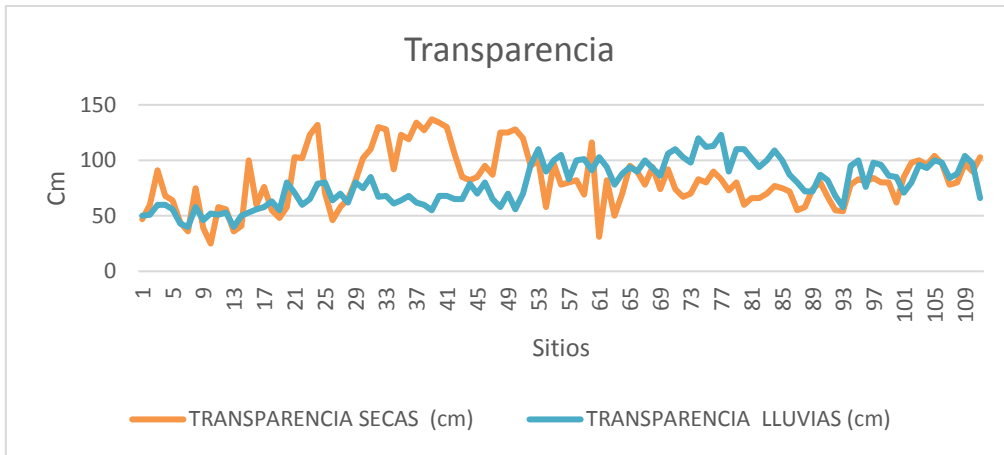


Figura 50. Comportamiento de la transparencia del SLJB en temporada de secas y lluvias.

Se encontraron zonas de 52 a 64 cm al oeste enfrente de Cabeza de Toro, al noroeste enfrente del Rio El Salto, cerca de Belizario Domínguez y al sureste cerca de Rio Horcones (Figura 51).

Se ubican zonas de 76 a 88cm al noroeste cerca de Belizario Domínguez, al noreste enfrente del Rio Santiago, al sureste cerca de Pueblo Nuevo y enfrente de Rio Horcones (Figura 51).

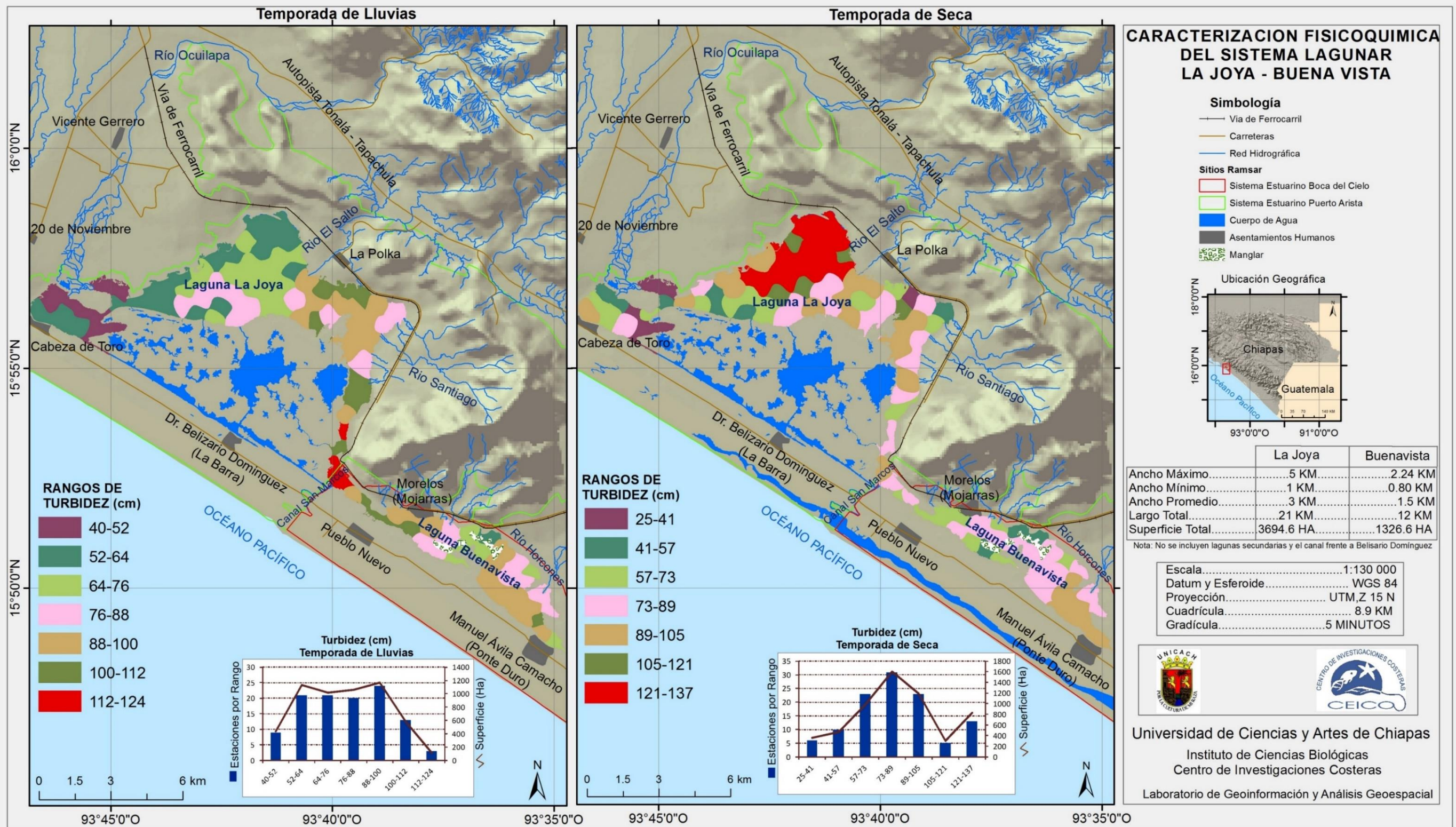


Figura 51. Mapa de distribución de la transparencia (cm) durante el periodo de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.

En cuadro 23 y Figura 52 se muestran los resultados del análisis de distribución de frecuencia de la transparencia en temporada de secas del SLJB, los cuales establecen que la transparencia que más predominó son las que se encontraron dentro del intervalo de 73 cm y 89 cm, determinando un 27.9 % de la muestra total (n=111), seguido de un 20.7% entre 57 cm y 105 cm, finalmente con un 11.7% que van de los 121 cm a 137cm.

Cuadro 23. Distribución de frecuencia de la transparencia del SLJB, en la temporada de secas del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	25-41	6	33	6	5.40%
2	41-57	10	49	16	9.00%
3	57-73	23	65	39	20.72%
4	73-89	31	81	70	27.92%
5	89-105	23	97	93	20.72%
6	105-121	5	113	98	4.50%
7	121-137	13	129	111	11.71%
		111			99.97%

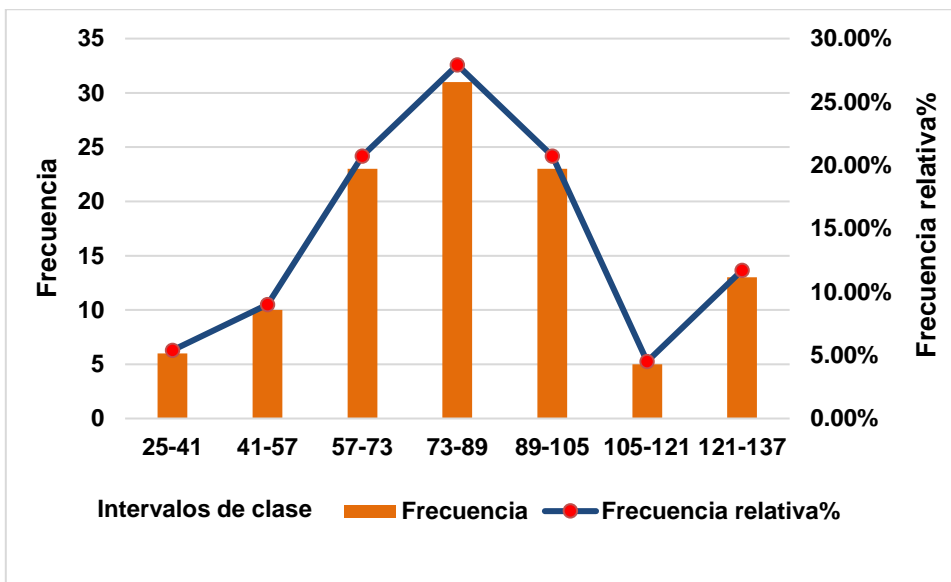


Figura 52. Histograma de frecuencia de la transparencia del SLJB, en la temporada de secas del año 2015.

En cuadro 24 y Figura 53 se muestran los resultados del análisis de distribución de frecuencia de la transparencia en temporada de lluvias del SLJB, los cuales establecen que la transparencia que más predominó son las que se encontraron dentro del intervalo de 88 cm y 100 cm, determinando un 21.6 % de la muestra total (n=111), seguido de un 18.9 % entre 52 cm y 76 cm, con un 18.0% que van de los 76 cm a 88 cm y finalmente con un 11.7% entre los intervalos de 100 cm a 112 cm.

Cuadro 24. Distribución de frecuencia de la transparencia del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	40-52	9	46	9	8.10%
2	52-64	21	58	30	18.91%
3	64-76	21	70	51	18.91%
4	76-88	20	82	71	18.01%
5	88-100	24	94	95	21.62%
6	100-112	13	106	108	11.71%
7	112-124	3	118	111	2.70%
		111			99.96%

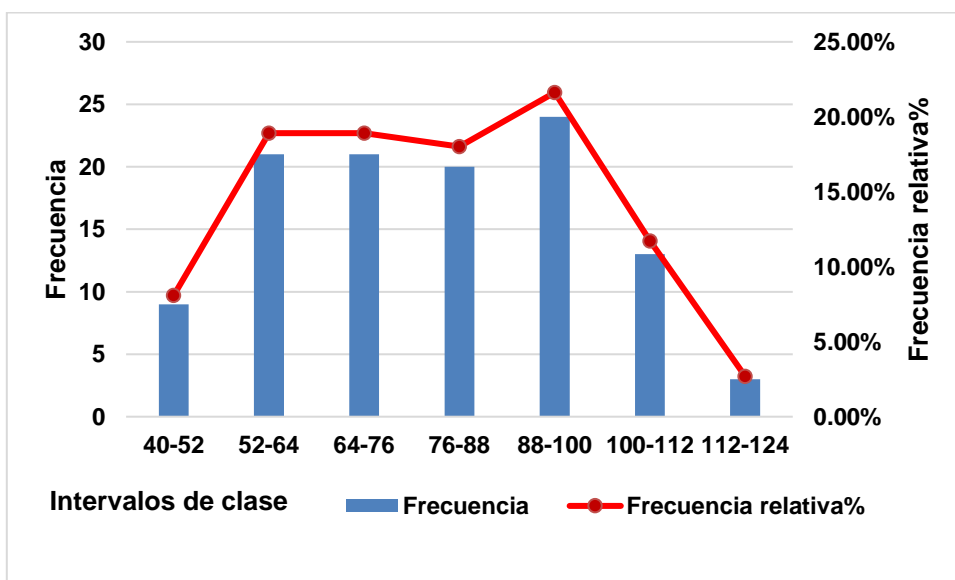


Figura 53. Histograma de frecuencia de la transparencia del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.

7.4.5 Conductividad específica.

En temporada de secas la conductividad específica alcanzo un promedio de 56.45, un máximo menor de 63 ms/cm, un mínimo de mayor de 50 ms/cm y una desviación estándar de 2.43. En temporada de lluvia se alcanzó un promedio 33.12, un máximo de casi 40 ms/cm, un mínimo menor de 24 ms/cm y una desviación estándar de 5.06 (Cuadro 25, figura 54 y figura 55).

Cuadro 25. Estadísticos descriptivos de los datos de conductividad específica del SLJB, temporada de secas y lluvias, año 2015.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA SECAS (ms/cm)	111	52.80	61.66	56.458	2.433
CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA LLUVIAS (ms/cm)	111	23.3	39.5	33.126	5.061
N válido (por lista)	111				

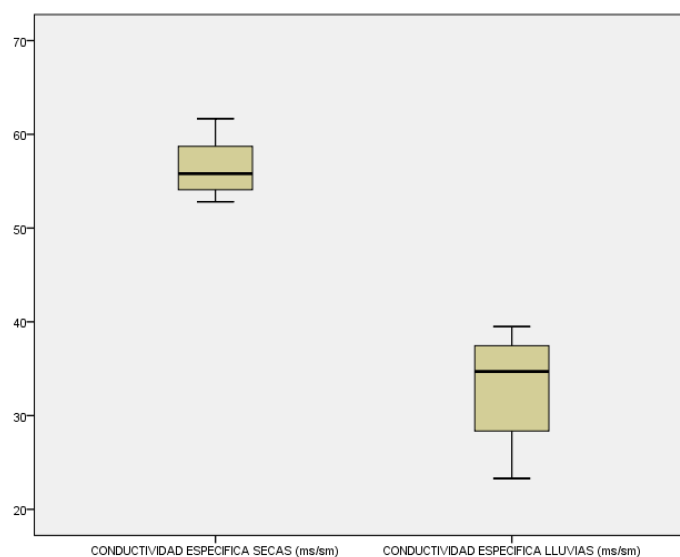


Figura 54. Grafica de cajas de turbidez en temporada de secas y lluvias.

Se encontraron zonas de conductividad específica (ms/cm) en temporada de secas de 52 a 54.3 ms/cm al oeste cerca de Cabeza de Toro, de Belizario Domínguez y al noroeste enfrente del Rio El Salto. Zonas de 54.3 a 55.8 ms/cm se ubican al oeste enfrente de Cabeza de Toro y cerca Belizario Domínguez, al noroeste cerca del Rio El Salto y al sureste enfrente de Manuel Ávila Camacho. Zonas de 58 a 60.3 ms/cm al noroeste enfrente del Rio Santiago y al sureste enfrente de Morelos (Mojarra) y Manuel Ávila Camacho (Figura 56).

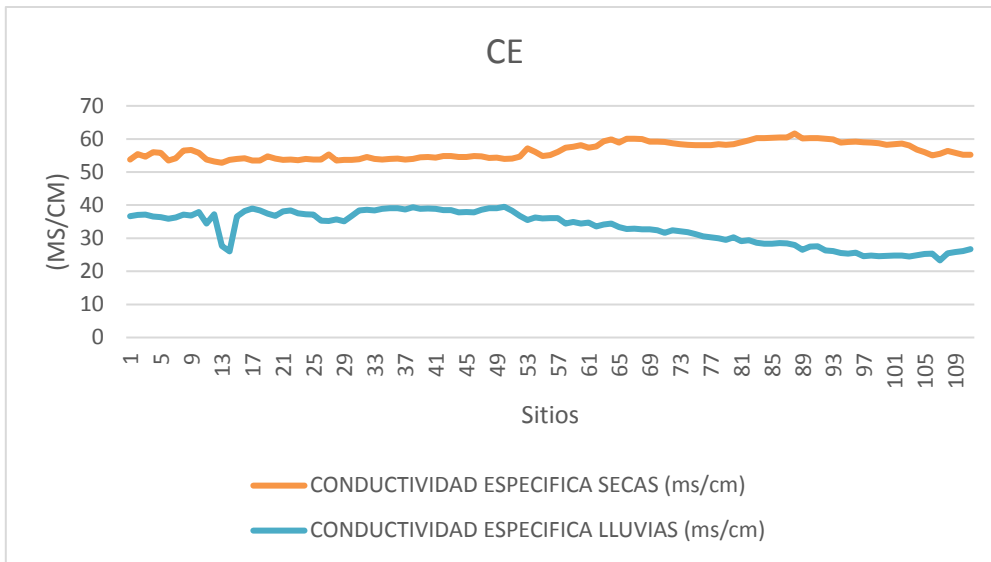


Figura 55. Comportamiento de la conductividad específica del SLJB en temporada de secas y lluvias.

Se encontraron zonas de conductividad específica (ms/cm) en temporada de lluvias de 37 a 39 ms/cm al oeste enfrente de Cabeza de Toro y cerca de Belizario Domínguez, al noroeste enfrente del Rio EL Salto. Se encontraron zonas de 34 a 36 ms/cm al oeste enfrente de Cabeza de Toro y cerca de Belizario Domínguez, al noreste cerca de la Polka y Rio Santiago (Figura 56).

Hubo zonas de 25 a 27 ms/cm al oeste cerca de Cabeza de Toro, al sureste enfrente de Rio Horcones y Manuel Ávila Camacho (Figura 56).

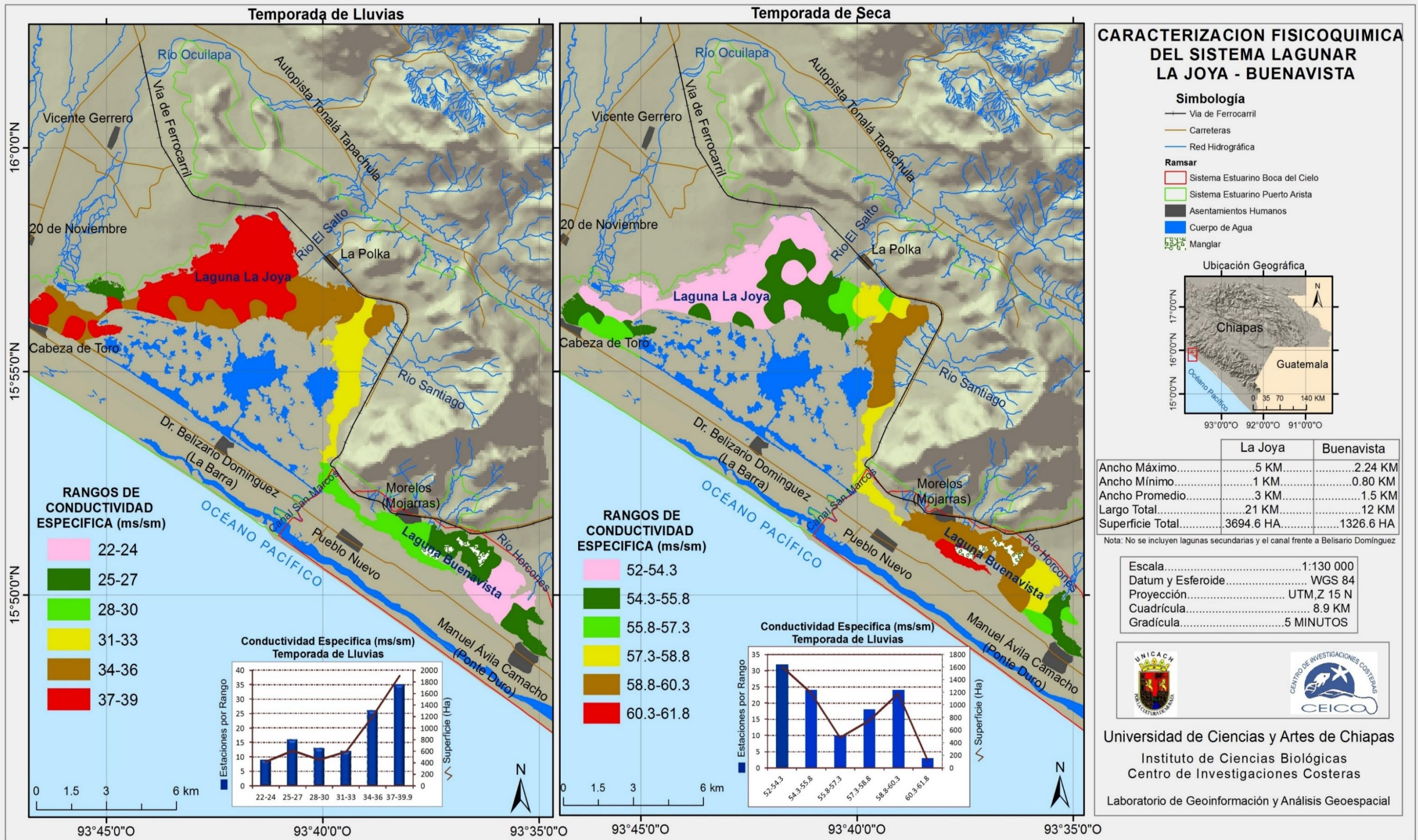


Figura 56. Mapa de distribución de conductividad específica (ms/sm) durante el periodo de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.

Los resultados del análisis de distribución de frecuencia para la conductividad específica del SLJB en temporada de estiaje se muestran en cuadro 26 y figura 57. Que demuestran que del total de la muestra (n=111) el 28.8% de los puntos de muestreos presentaron de 52 ms/cm a 54.3 ms/cm, el 24.3 % presentaron entre 54.3 ms/cm y 55.8 ms/cm, con un 21.6% los sitios presentaron de 58.8 a 60.3 ms/cm, finalmente con un 15.3% los sitios presentaron 57.3 ms/cm a 58.8 ms/cm.

Cuadro 26. Distribución de frecuencia de la CE del SLJB, en la temporada de secas del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	52-54.3	32	53.15	32	28.82%
2	54.3-55.8	27	55.05	59	24.32%
3	55.8-57.3	10	56.55	64	9.00%
4	57.3-58.8	17	58.05	86	15.31%
5	58.8-60.3	24	59.55	110	21.62%
6	60.3-61.8	1	61.05	111	0.90%
		111			99.97%

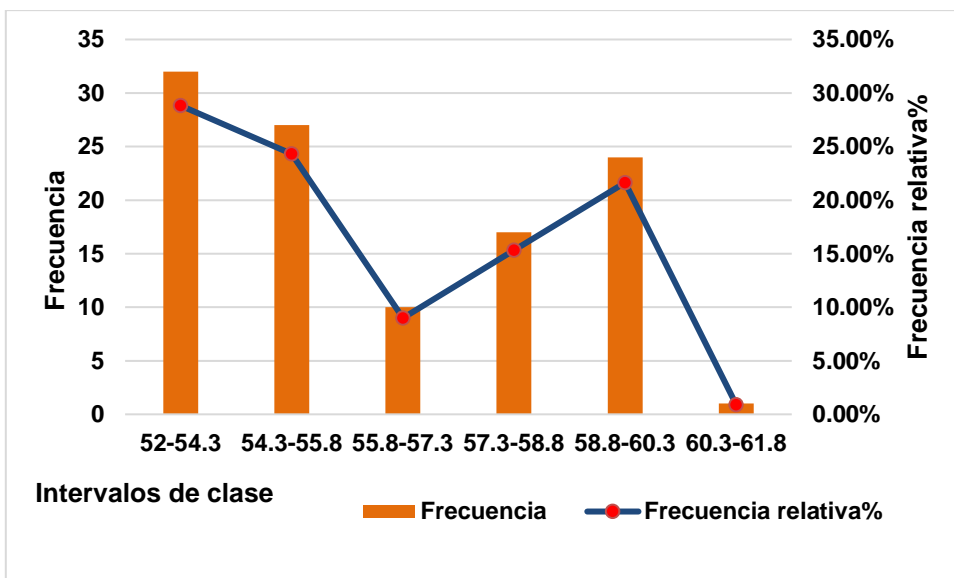


Figura 57. Histograma de frecuencia de la CE del SLJB, en la temporada de secas del año 2015.

Los resultados del análisis de distribución de frecuencia para la conductividad específica del SLJB en temporada de estiaje se muestran en cuadro 27 y Figura 58. Que demuestran que del total de la muestra (n=111) el 31.5 % de los puntos de muestreos presentaron de 37 ms/cm a 39 ms/cm, el 23.4 % presentaron entre 34 ms/cm y 36 ms/cm, con un 14.4% los sitios presentaron de 25 ms/cm a 27 ms/cm, finalmente con un 11.7% los sitios presentaron 28 ms/cm a 30 ms/cm.

Cuadro 27. Distribución de frecuencia de la CE del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.

Clases	Intervalos de clase	Frecuencia	(mi)	(Fi)	(fi%)
1	22-24	9	23	9	8.10%
2	25-27	16	26	25	14.41%
3	28-30	13	29	38	11.71%
4	31-33	12	32	50	10.81%
5	34-36	26	35	76	23.42%
6	37-39	35	38	111	31.53%
		111			99.98%

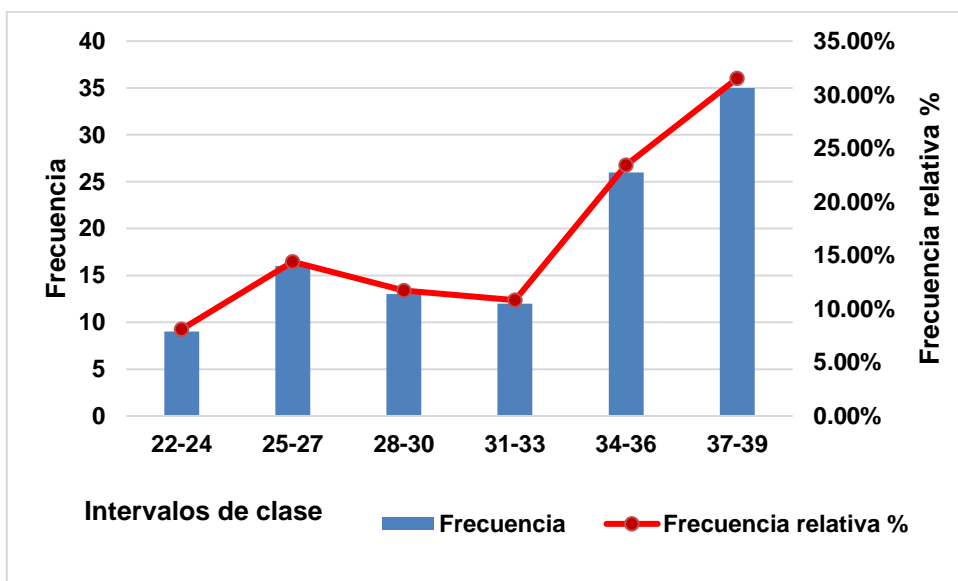


Figura 58. Histograma de frecuencia de la CE del SLJB, en la temporada de lluvias del año 2015.

7.5. Distribución espacial de los sedimentos en el SLJB.

Se encontraron zonas dominantes de sedimento limoso arcilloso al oeste enfrente de Cabeza de Toro, al noroeste cerca de Belizario Domínguez, al noreste cerca de La Polka y Rio Santiago, en la zona central cerca del canal San Marcos, enfrente de Pueblo Nuevo y Morelos (Mojarras) y al sureste cerca de Manuel Ávila Camacho y Rio Horcones. Se identificaron cuatro áreas de paraderos de pesca para la captura de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en la distribución de este sedimento, al oeste enfrente de Cabeza de Toro, al noroeste cerca de La Polka, al sureste enfrente de Pueblo Nuevo y enfrente de Manuel Ávila Camacho (Figura 59).

Otro tipo de sedimento que más domino en el SLJB fue el franco limoso al oeste enfrente de Cabeza De Toro, al noroeste cerca de Belizario Domínguez y de La Polka, en la zona central en el canal San Marcos, enfrente de Pueblo Nuevo y al sureste cerca de Manuel Ávila Camacho y Rio Horcones. Se identificaron siete zonas de pesca de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en la distribución de este sedimento, al noroeste cerca de Belizario Domínguez y dos paraderos en la zona central, una en el Canal San Marcos, otra enfrente de Pueblo Nuevo, otro paradero de pesca al sureste enfrente de Manuel Ávila Camacho (Figura 59)

Se encontraron pocas zonas de sedimento arcillo limoso al noroeste cerca de Belizario Domínguez y al noreste cerca de La Polka y Rio Santiago (Figura 59).

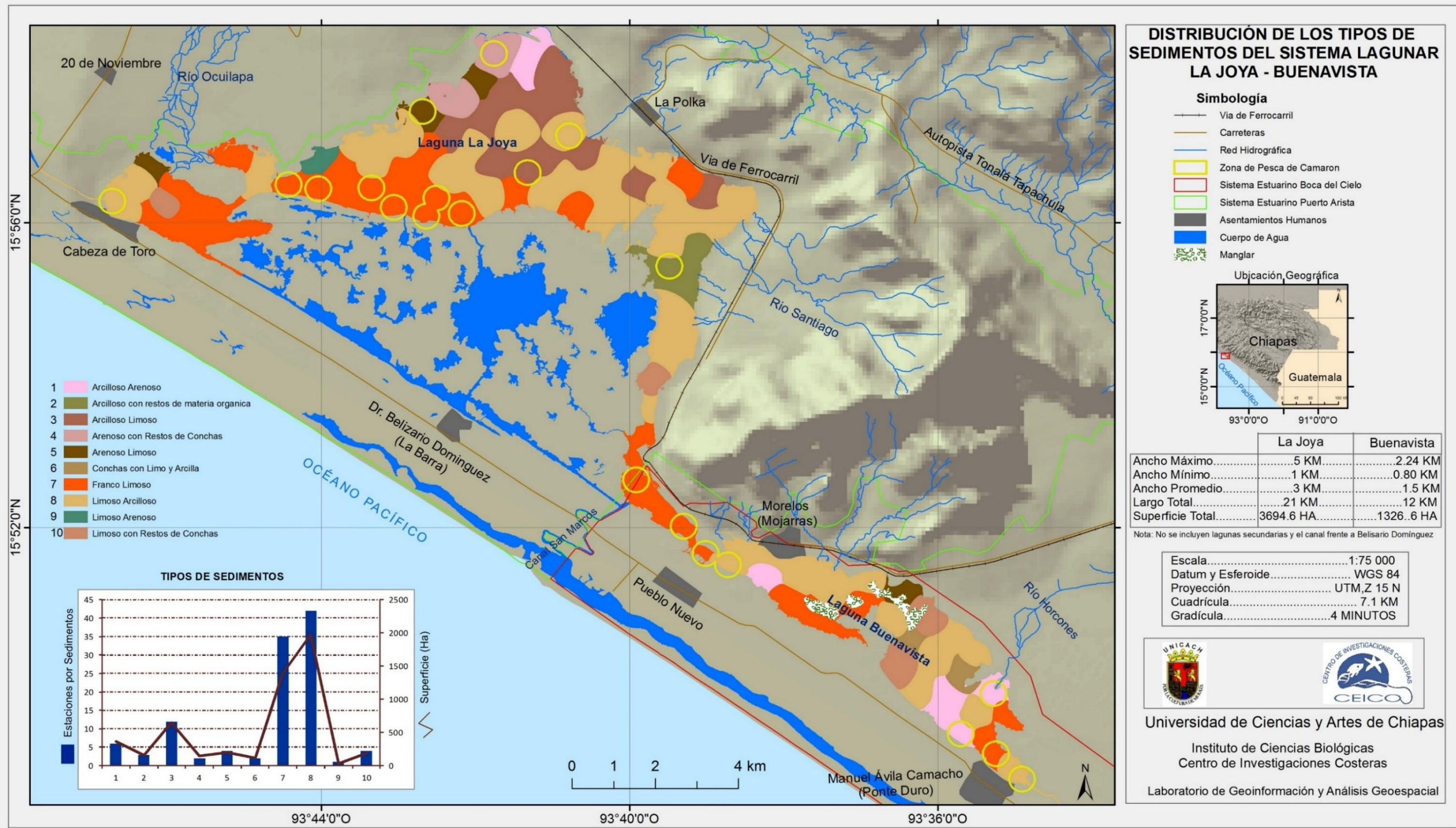


Figura 59. Mapa de distribución de sedimentos, zonas de pesca durante periodo de lluvias y secas del sistema lagunar Joya Buenavista.

Los resultados del análisis de distribución de frecuencia de los sedimentos del SLJB se muestran en la tabla 23 y figura 62. Que demuestran que del total de la muestra (n=111) el 38.7 % de los puntos de muestreos presentaron sedimento limoso arcilloso, el 31.5 % presentaron sedimento franco limoso, con un 10.81% los sitios presentaron sedimento arcilloso limoso, con un 4.5% sedimento arcilloso arenoso, finalmente con un 3.6% sitios de sedimento limoso con restos de concha, arenoso limoso, los sitios con un 1.8% sedimentos arenosos con restos de concha y conchas con limo y arcilla, 0.9% fueron los limoso arenoso (Cuadro 28 y figura 60).

Cuadro 28. Distribución de frecuencia de los sedimentos del sistema lagunar Joya Buenavista.

Clases	Sedimento	Frecuencia	(Fi)	(fi%)
1	Arcilloso arenoso	5	5	4.50%
2	Arcilloso con restos de materia orgánica	3	8	2.70%
3	Arcilloso limoso	12	20	10.81%
4	Arenoso con restos de conchas	2	22	1.80%
5	Arenoso limoso	4	26	3.60%
6	Conchas con limo y arcilla	2	28	1.80%
7	Franco limoso	35	63	31.53%
8	Limoso arcilloso	43	106	38.73%
9	Limoso arenoso	1	107	0.90%
10	Limoso con restos de concha	4	111	3.60%
		111		99.97%

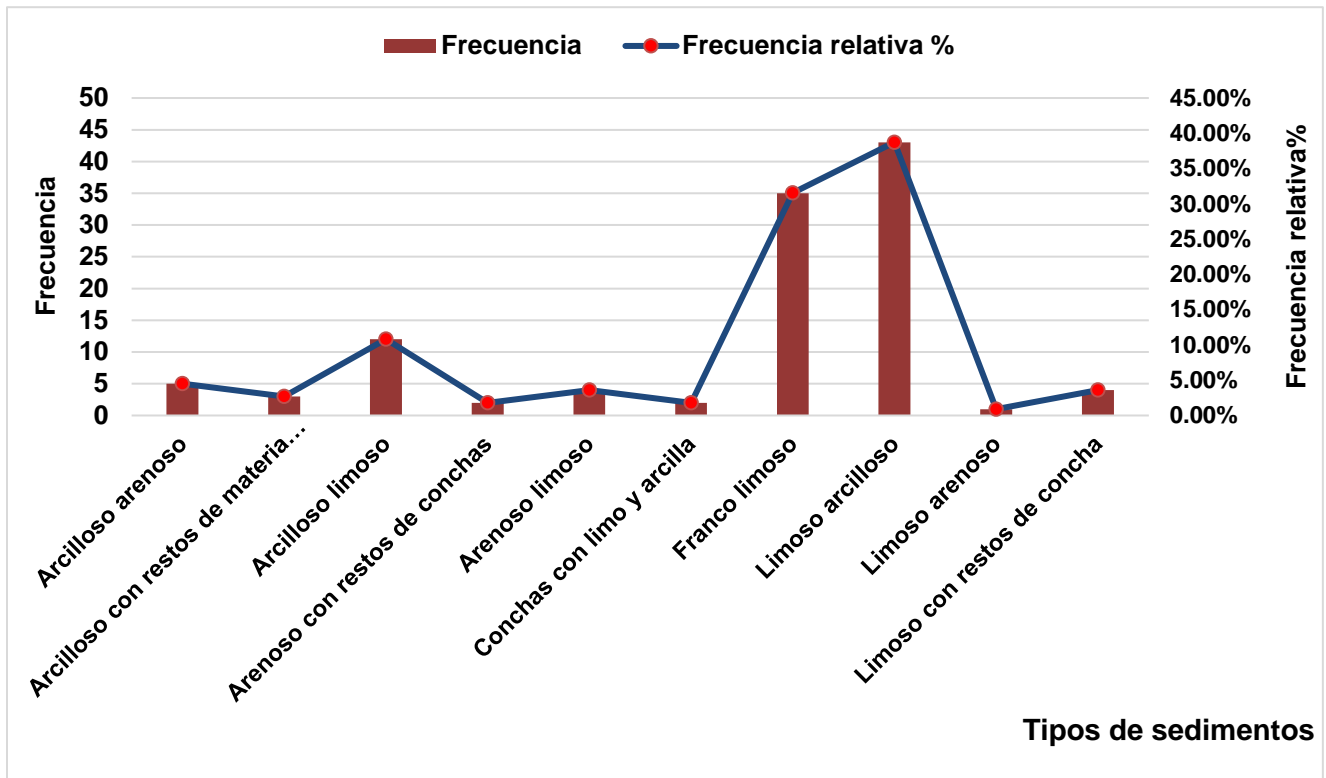


Figura 60. Histograma de frecuencia de los sedimentos del sistema lagunar Joya-Buenavista.

7.6 Análisis estadístico de la profundidad y los parámetros fisicoquímicos del SLJB en la temporada de seca y lluvias del año 2015.

7.6.1 Análisis de componentes principales (ACP temporada de secas)

El análisis de componentes principales analizó siete variables, (profundidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, salinidad, transparencia y conductividad específica de la temporada de seca, dicho análisis fue realizado con el fin de tener una mejor interpretación de la relación que existe entre estas variables.

El ACP generó una matriz de correlaciones en donde se expresan las relaciones entre las anteriores variables, la transparencia se relacionó con 0.77 con la profundidad y la temperatura se correlaciono con 0.09 con el pH, el oxígeno disuelto con 0.55 con la temperatura, el pH con una correlación de 0.07 con la transparencia y finalmente la salinidad con 0.88 con la conductividad específica con un -0.08 (Cuadro 29).

Cuadro 29. Matriz de correlaciones del sistema lagunar Joya Buenavista en temporada de secas 2015.

CORRELACION TEMPORADA DE SECAS	PROFUNDIDAD (cm)	TEMPERATURA °C	OD mg/l	pH	SALINIDAD (ppm)	TRANSPARENCIA (cm)	C.E (ms/cm)
PROFUNDIDAD (cm)	1.000						
TEMPERATURA °C	-0.020	1.000					
OD (mg/l)	0.259	-0.257	1.000				
PH	0.005	0.093	0.558	1.000			
SALINIDAD(ppm)	-0.056	0.272	-0.372	-0.303	1.000		
TRANSPARENCIA (cm)	0.773	-0.178	0.399	0.072	-0.218	1.000	
C.E (ms/cm)	-0.086	0.350	-0.433	-0.344	0.885	-0.250	1.000

a. Determinante = .027

Para esta temporada del año el ACP, demostró que tres componentes explican el 80% de la varianza total acumulada; el primer componente consta de una varianza de 40%, el segundo de 22% y el tercero de 16% (Cuadro 30, figura 61).

Cuadro 30. Varianza total explicada de cada uno de los componentes del ACP, aplicado a los datos de profundidad, parámetros fisicoquímicos del SLJB, de la temporada de secas del año 2015.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	2.845	40.649	40.649	2.845	40.649	40.649	2.033	29.047	29.047
2	1.603	22.894	63.543	1.603	22.894	63.543	1.870	26.719	55.766
3	1.164	16.624	80.167	1.164	16.624	80.167	1.708	24.402	80.167
4	0.777	11.104	91.271						
5	0.304	4.338	95.609						
6	0.199	2.849	98.458						
7	0.108	1.542	100.000						

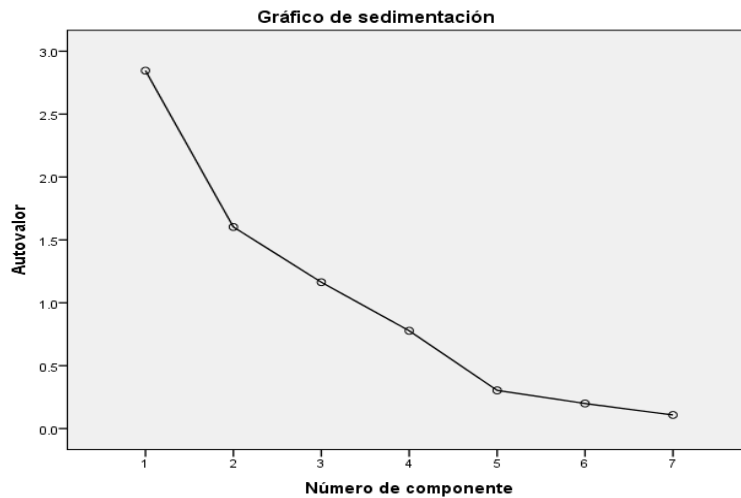


Figura 61. Gráfico de sedimentación de los componentes del ACP aplicado a los datos de profundidad, parámetros fisicoquímicos del SLJB, de la temporada de secas del año 2015.

El primer componente que consta de un 40 % de varianza total muestra una relación negativa con la transparencia, pH y oxígeno disuelto, mientras que la CE, salinidad y temperatura se relacionaron de manera positiva con un valor mayor de 0.05; Por lo consiguiente el segundo componente con una varianza total de 22% su relación fue negativa con la mayoría de las variables (CE, salinidad, temperatura y pH), obteniendo una relación positiva mayor de 0.05 con dos variables (profundidad y transparencia), con el oxígeno disuelto alcanzo una relación menor de 0.05 y el tercer componente con una varianza total de 16% relaciono de manera negativa con la CE y la salinidad, con valores menores de 0.05 la temperatura y la profundidad, con valores mayores de 0.05 fue la transparencia, pH y oxígeno disuelto (Cuadro 31).

Cuadro 31. Matriz de componentes rotados (Varimax con Kaiser) del ACP, de los datos de profundidad y parámetros fisicoquímicos del SLJB, de la temporada de seca del año 2015.

	Componente		
	1	2	3
CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA.	0.834	-0.058	-0.402
SALINIDAD	0.805	-0.019	-0.385
TEMPERATURA °C	0.745	-0.118	0.285
PROFUNDIDAD (cm)	0.038	0.937	0.034
TRANSPARENCIA (cm)	-0.180	0.920	0.099
PH	-0.027	-0.034	0.926
OD2 mg/l YSI	-0.318	0.355	0.670

7.6.2 Análisis de componentes principales (ACP temporada lluvias).

El ACP se manejó las mismas variables que en el análisis realizado para la temporada de seca, pero con valores registrados para la temporada de lluvias.

Se generó una matriz de correlación donde se observa que la salinidad se correlacionó de manera positiva con un valor de 0.84 con el pH, el pH obtuvo una

correlación de 0.56 con la CE, temperatura presento una correlación baja de 0.29 con el oxígeno disuelto, la transparencia se correlaciono con un valor positivo bajo de 0.21 con la profundidad, el oxígeno disuelto alcanzo una correlación de 0.52 con el pH (Cuadro 32).

Cuadro 32. Matriz de correlaciones del sistema lagunar Joya Buenavista en temporada de lluvias 2015.

CORRELACIÓN DE TEMPORADA DE LLUVIAS	PROFUNDIDAD (CM)	TEMPERTU RA °C	OD (mg/l)	PH	SALINID AD	TRANSPARENCIA (CM)	CE (ms/cm)
PROFUNDIDAD (cm)	1.000						
TEMPERATURA °C	-0.096	1.000					
OD YSI (mg/l)	0.370	0.291	1.000				
PH	0.091	0.008	0.521	1.000			
SALINIDAD (ups)	0.183	0.012	0.358	0.428	1.000		
TRANSPARENCIA (cm)	0.211	0.002	-0.257	-0.414	-0.233	1.000	
CE (ms/cm)	0.139	-0.204	0.338	0.563	0.849	-0.408	1.000

a. Determinante = .047

En la temporada de lluvias el ACP, demostró que tres componentes explican el 76% de la varianza total acumulada; el primer componente consta de una varianza de 40%, el segundo componente de 18% y el tercero componente de 17% (Cuadro 33 y Figura 62).

Cuadro 33. Varianza total explicada de cada uno de los componentes del ACP, aplicado a los datos de profundidad, parámetros fisicoquímicos del SLJB, de la temporada de lluvias del año 2015.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	%acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	2.837	40.525	40.525	2.837	40.525	40.525	2.781	39.732	39.732
2	1.293	18.471	58.996	1.293	18.471	58.996	1.294	18.492	58.225
3	1.228	17.541	76.537	1.228	17.541	76.537	1.282	18.312	76.537
4	0.762	10.887	87.424						
5	0.486	6.937	94.361						
6	0.300	4.283	98.644						
7	0.095	1.356	100.000						

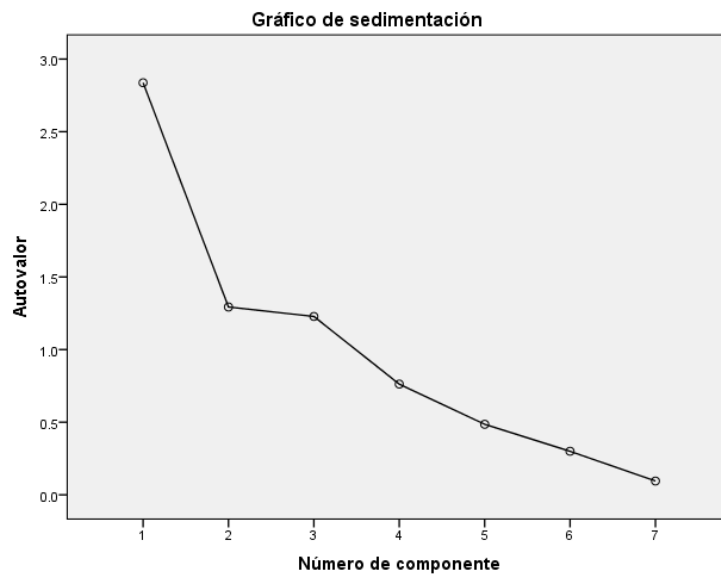


Figura 62. Gráfico de sedimentación de los componentes del ACP aplicado a los datos de profundidad, parámetros fisicoquímicos del SLJB, de la temporada de lluvias del año 2015.

El primer componente que consta de un 40 % de varianza total muestra una relación negativa con la transparencia y temperatura, mientras que la CE, salinidad, pH y OD se relacionaron de manera positiva con un valor mayor de 0.05; Por lo consiguiente el segundo componente con una varianza total de 18% su relación fue negativa con las variables (CE, salinidad y transparencia), obteniendo una relación positiva mayor de 0.05 con dos variables (temperatura y OD), la profundidad alcanzo una relación menor de 0.05 y el tercer componente con una varianza total de 17% relaciono de manera negativa con la pH y la temperatura, la profundidad alcanzo una relación positiva de 0.89, la transparencia con una relación positiva de 0.57, la CE, salinidad y oxígeno disuelto alcanzaron una relación positiva menor de 0.05 (Cuadro 34).

	Componente		
	1	2	3
CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA. (ms/cm)	0.922	-0.199	0.037
SALINIDAD(ups)	0.819	-0.048	0.159
PH	0.761	0.230	-0.053
TRANSPARENCIA (cm)	-0.579	-0.128	0.574
TEMPERATURA °C	-0.137	0.886	-0.095
OD (mg/l)	0.544	0.629	0.323
PROFUNDIDAD (cm)	0.173	0.041	0.899

Cuadro 34. Matriz de componentes rotados (Varimax con Kaiser) del ACP, de los datos de profundidad y parámetros fisicoquímicos del SLJB, de la temporada de lluvias del año 2015.

7.6.3 Graficas de dispersión temporada de secas del año 2015 de la profundidad y parámetros fisicoquímicos del Sistema Lagunar la Joya y Sistema Lagunar Buenavista.

Las gráficas de dispersión en temporada de secas indican que hay variables que hacen independientes a los sistemas lagunares como es el sistema lagunar Buenavista presento temperaturas más altas mayores de 33°C que el sistema la Joya la cual presento temperaturas menores de los 32°C (Figura 64).

En profundidad la Joya presento un comportamiento con zonas de 50cm a 250 cm, mientras que la Buenavista también presento un comportamiento similar a la Joya (Figura 63).

En oxígeno disuelto el sistema lagunar la Joya presento un comportamiento de 5 mg/l a 13 mg/l, mientras que el sistema Buenavista siempre mantuvo un comportamiento de 5 mg/l a 4 mg/l niveles bajos por debajo de la laguna la Joya (Figura 65).

En el caso del pH el sistema lagunar la Joya presento un pH arriba de 7 niveles más altos que el sistema lagunar Buenavista que presento niveles por debajo de 7 (Figura 66).

En la salinidad nos indica que el sistema Buenavista alcanzo niveles más altos arriba de los 40 ups, que el sistema lagunar la Joya que presento valores menores de 35 ups, lo cual nos indica que la laguna Buenavista es más salina de la Joya (Figura 67).

La transparencia en la Joya presento un comportamiento de 50 cm a 140 cm, y la Buenavista de 60 cm a 100 cm (Figura 68).

La conductividad específica revelo que la Buenavista presento valores arriba de 59 ms/cm, mientras tanto la Joya presenta niveles bajos a partir de los 54ms/cm, lo cual nos refleja que el sistema lagunar Buenavista contiene más sólidos suspendidos que la Joya (Figura 69).

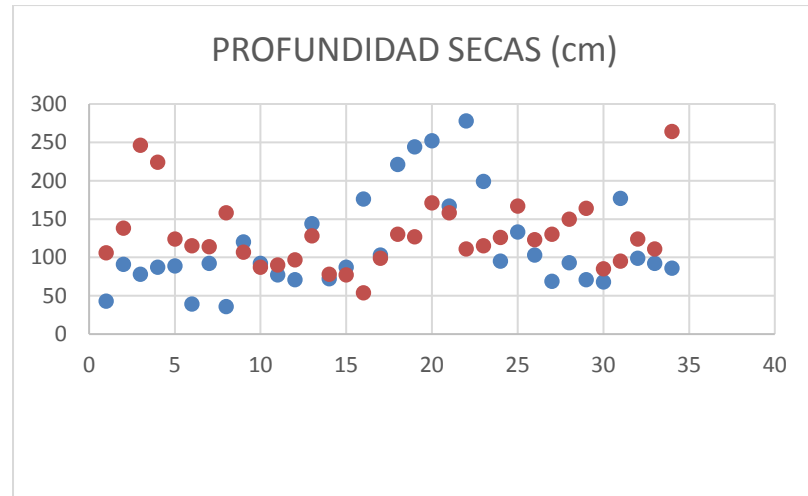


Figura 63. Grafica de dispersión de secas de profundidad del SLJ y SLB.

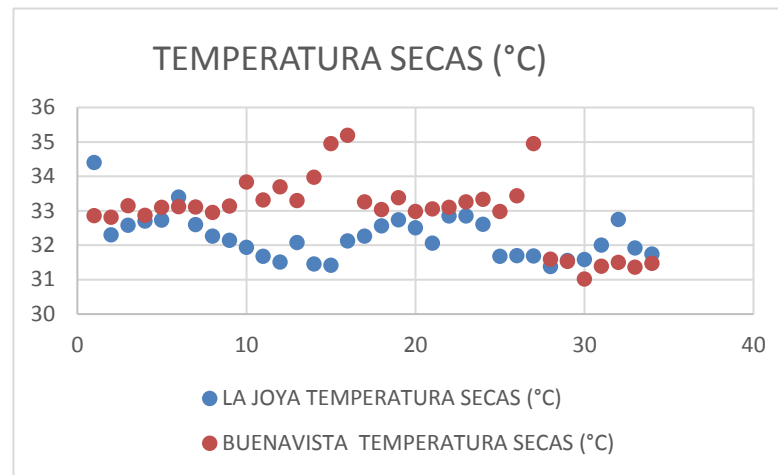


Figura 64. Grafica de dispersión de secas de temperatura del SLJ y SLB.

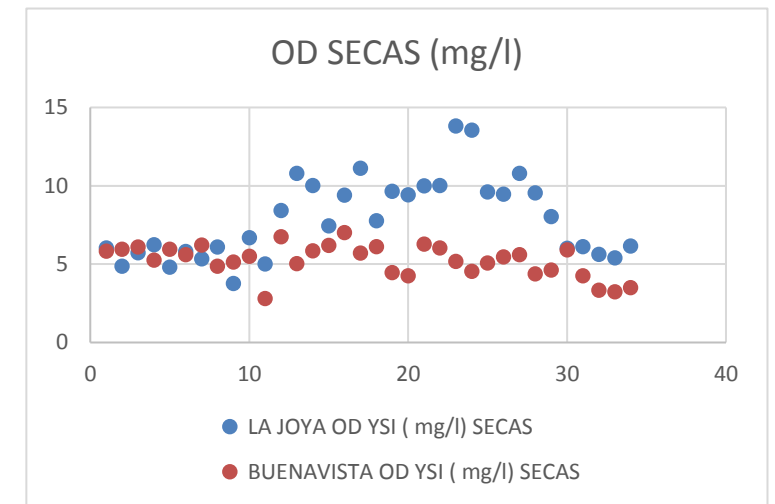


Figura 65. Grafica de dispersión de secas de OD (mg/i) del SLJ y SLB.

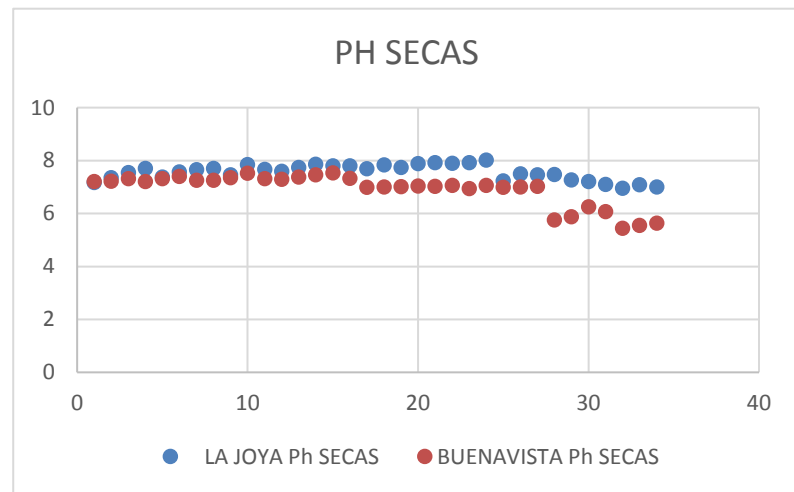


Figura 66. Grafica de dispersión de secas del potencial de hidrogeno del SLJ y SLB.

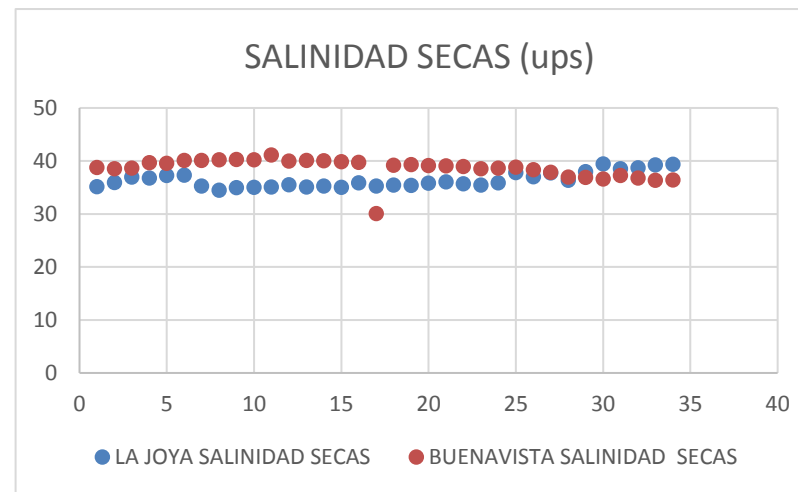


Figura 67. Grafica de dispersión de secas de la salinidad (ppm) del SLJ y SLB.

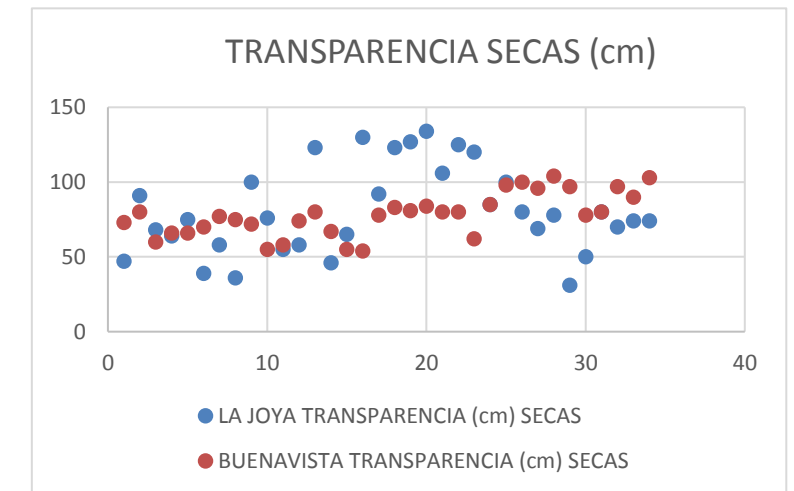


Figura 68. Grafica de dispersión de secas de transparencia (cm) del SLJ y SLB.

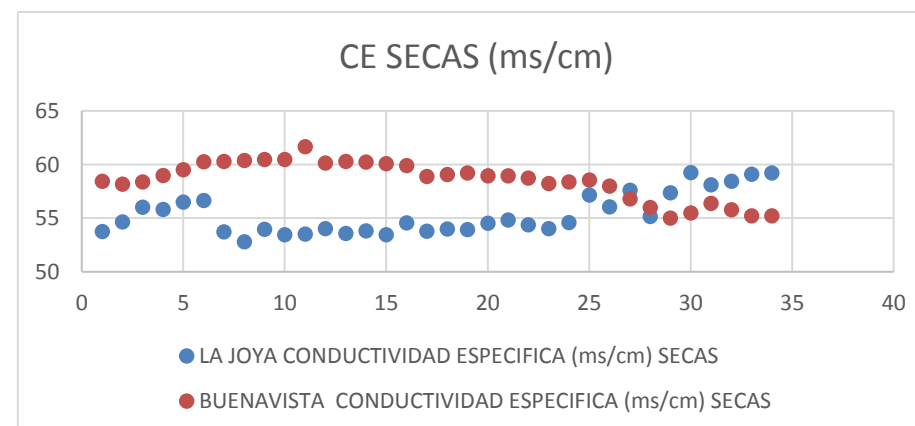


Figura 69. Grafica de dispersión de secas de la conductividad especifica del SLJ y SLB.

7.6.4 Graficas de dispersión temporada de lluvias del año 2015 de la profundidad y parámetros fisicoquímicos del SLJ (Sistema Lagunar la Joya) y SLB (Sistema Lagunar Buenavista).

Las gráficas de dispersión en temporada de lluvias indican que en el caso de la profundidad la Joya presento un comportamiento de 50 cm a 300 cm, así mismo la Buenavista presento zonas similar a la Joya (Figura 70).

En temperatura los dos sistemas lagunares presentaron una similitud de 30°C a 34 °C, lo que indica que los dos sistemas se presentaron homogéneas en esta variable (Figura 71).

Para esta temporada el oxígeno disuelto para la Joya presento un comportamiento de 8 mg/l y 12 mg/l, mientras que la Buenavista con zonas de 7mg/l a 11mg/l (Figura 72).

En el potencial de hidrogeno la Joya presentó niveles más altos que la Buenavista manteniéndose de 8 a 9, la Buenavista presento un pH de 8 a 7 (Figura73).

El sistema lagunar la Joya presento niveles de salinidad de 24 ppm a 25 ppm, Buenavista presento un comportamiento más bajo de salinidad de 20 ppm a 18 ppm (Figura 74).

En la transparencia la Buenavista presento con zonas de 80 cm a zonas de 60 cm, la Joya presento zonas de 40 cm a 110 cm (Figura 75).

En la conductividad específica las lagunas se comportaron independientes por lo que la Joya presento una conductividad más alta de 36 ms/cm a 31ms/cm, mientras que la Buenavista se mantuvo con una conductividad de 30 ms/cm a 31ms/cm (Figura 76).

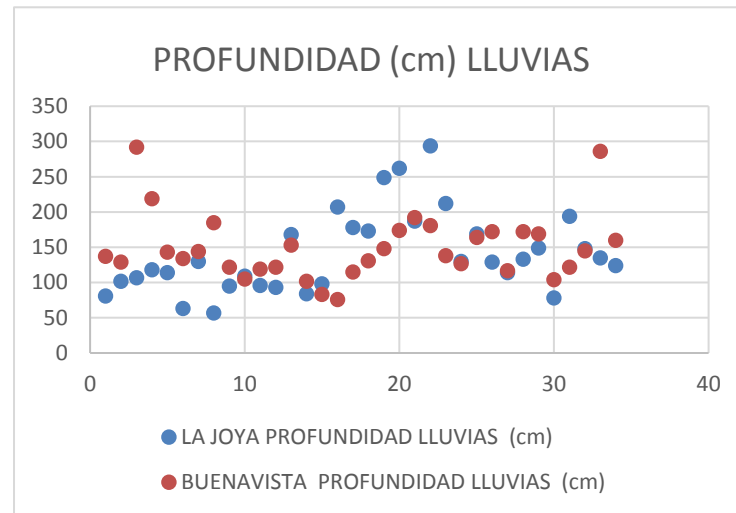


Figura 70. Graficas de dispersión de lluvias de profundidad del SLJ y SLB.

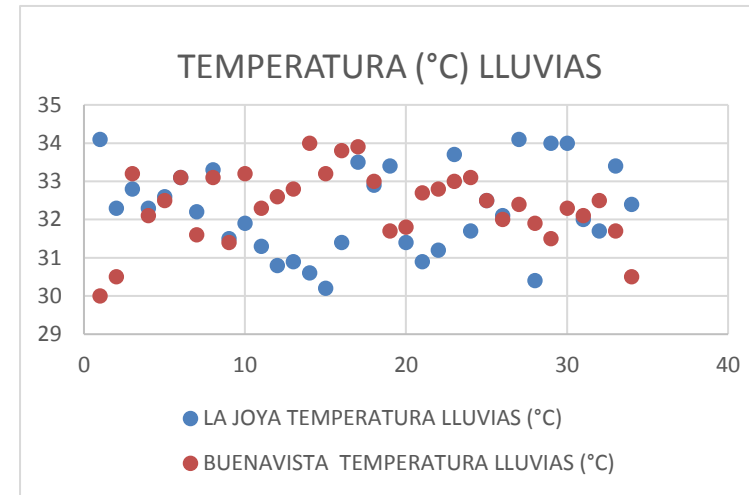


Figura 71. Graficas de dispersión de lluvias de temperatura del SLJ y SLB.

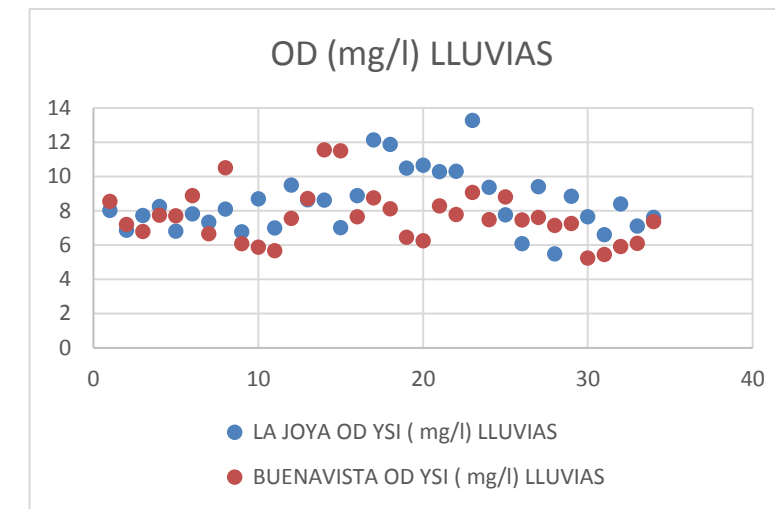


Figura 72. Graficas de dispersión de lluvias de OD del SLJ y SLB.

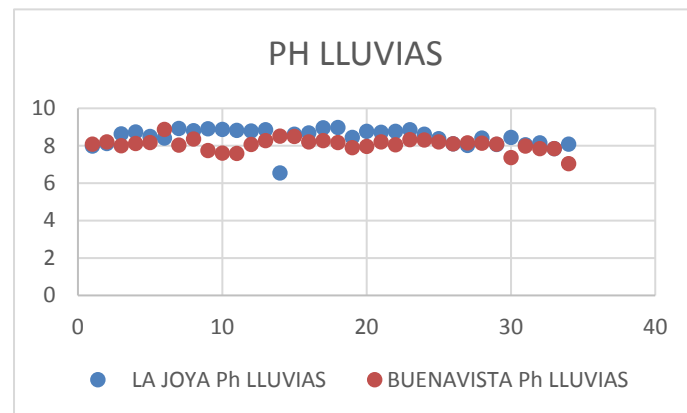


Figura 73. Graficas de pH de lluvias del SLJ y SLB.

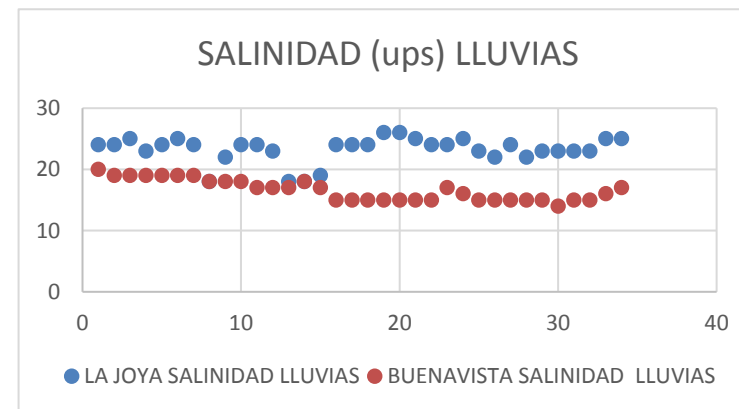


Figura 74. Graficas de salinidad de lluvias del SLJ y SLB.

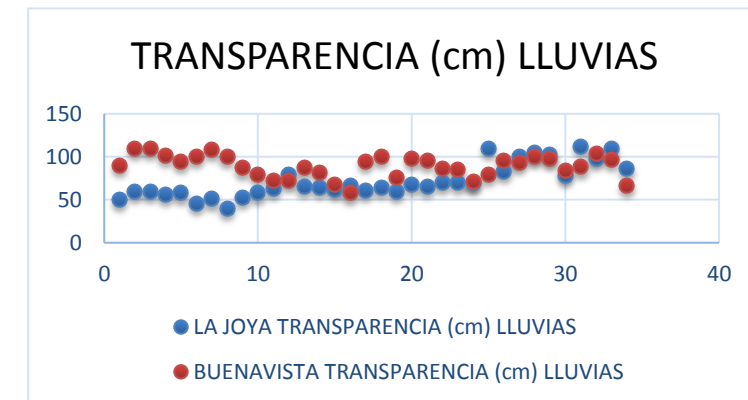


Figura 75. Graficas de transparencia de lluvias del SLJ y SLB.

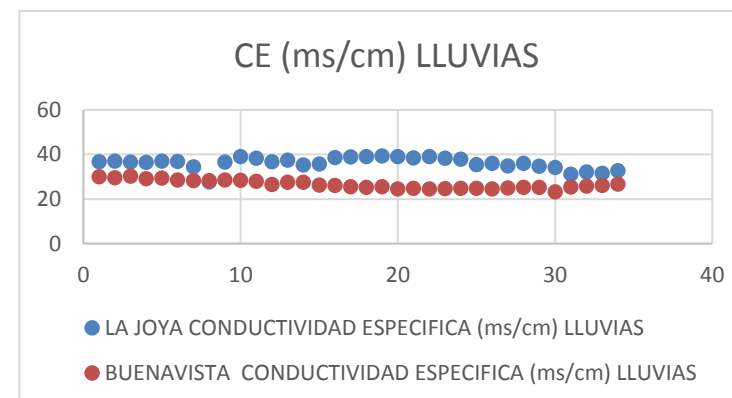


Figura 76. Graficas de CE de lluvias del SLJ y SLB.

8.7 Comparación de la profundidad y los parámetros fisicoquímicos en la temporada de seca SLJ (Sistema Lagunar la Joya) y SLB (Sistema Lagunar Buenavista).

La comparación de la profundidad, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, el potencial de hidrógeno, la transparencia y conductividad específica de los sistemas lagunares Joya- Buenavista de la temporada de secas se realizó mediante el análisis estadístico denominado, prueba T para muestras relacionadas.

8.7.1 Profundidad temporada de secas para el SLJ (Sistema Lagunar la Joya) Y SLB (Sistema Lagunar Buenavista).

Los cuadros 35 y 36 muestran los resultados del análisis estadístico, aplicado a los datos de profundidad de las temporada de seca para los sistemas lagunares la Joya - Buenavista, los cuales presentaron un nivel crítico de (0.338) mayor de 0.005 por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que la profundidad para el sistema Buenavista en estiaje es significativamente mayor (129.2 cm) que la Joya (116.0), teniendo una diferencia en las medias de -13.2 cm, en favor del sistema Buenavista.

Cuadro 35. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de profundidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 LA JOYA PROFUNDIDAD SECAS (cm)	116.000	34	62.384	10.698
BUENAVISTA PROFUNDIDAD SECAS (cm)	129.206	34	45.787	7.852

Cuadro 36. Prueba de muestras relacionadas de los datos de profundidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 LA JOYA PROFUNDIDAD SECAS (cm) - BUENAVISTA PROFUNDIDAD SECAS (cm)	-13.205	79.261	13.593	-40.861	14.449	-0.972	33	0.338

8.7.2 Temperatura en temporada de secas para el SLJ Y SLB.

Los resultados del análisis estadístico para temperatura, aplicado a los datos de la temporada de seca para los sistemas lagunares la Joya - Buenavista, los cuales presentaron un nivel crítico muy pequeño (0.001) por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que la temperatura para el sistema Buenavista en estiaje es significativamente mayor (32.9°C) que la Joya (32.2°C) teniendo una diferencia en las medias de (-0.77°C) a favor del sistema Buenavista (Cuadro 37 y 38).

Cuadro 37. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de temperatura del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig.(Bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 LA JOYA TEMPERATURA SECAS (°C) - BUENAVISTA TEMPERATURA SECAS (°C)	-0.770	1.193	0.204	-1.187	-0.354	-3.767	33	0.001

Cuadro 38. Prueba de muestras relacionadas de los datos de temperatura del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 LA JOYA TEMPERATURA SECAS (°C)	32.227	34	0.640	0.109
BUENAVISTA TEMPERATURA SECAS (°C)	32.998	34	1.005	0.172

8.7.3 Oxígeno disuelto en temporada de secas para el SLJ Y SLB.

Los cuadros 39 y 40 muestran los resultados de análisis estadísticos para oxígeno disuelto temporada de seca para los sistemas lagunares la Joya -Buenavista, los cuales presentaron un nivel crítico muy pequeño (0.000) por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que el oxígeno disuelto para el sistema la Joya en

estiaje es significativamente mayor (7.8 mg/l) que la Buenavista (5.2 mg/l) teniendo una diferencia en las medias de (2.66 mg/l) a favor del sistema la Joya.

Cuadro 39. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de oxígeno disuelto del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de seca del año 2015.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar				
Par 1	LA JOYA OD YSI (mg/l) SECAS	7.897	34	2.556	0.438				
	BUENAVISTA OD YSI (mg/l) SECAS	5.232	34	1.018	0.174				
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig.(Bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	LA JOYA OD (mg/l) SECAS BUENAVISTA OD (mg/l) SECAS	2.665	2.624	0.450	1.749	3.581	5.922	33	0.000

Cuadro 40. Prueba de muestras relacionadas de los datos de oxígeno disuelto del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de seca del año 2015.

8.7.4 Potencial de hidrogeno en temporada de secas para el SLJ (Sistema Lagunar la Joya) Y SLB (Sistema Lagunar Buenavista).

Los resultados del análisis estadístico para pH, aplicado a los datos de la temporada de seca para los sistemas lagunares la Joya -Buenavista, los cuales presentaron un nivel crítico muy pequeño (0.000) por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que el pH para el sistema la Joya en estiaje es significativamente mayor (7.5)

que la Buenavista (6.9) teniendo una diferencia en las medias de (0.64) a favor del sistema la Joya (Cuadro 41 y 42).

Cuadro 41. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos del potencial de hidrogeno del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 LA JOYA PH SECAS	7.563	34	0.296	0.050
BUENAVISTA PH SECAS	6.918	34	0.611	0.104

Cuadro 42. Prueba de muestras relacionadas de los datos del potencial de hidrogeno del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig.(Bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 LA JOYA pH SECAS BUENAVISTA pH SECAS	0.644	0.465	0.079	0.482	0.807	8.078	33	0.000

8.7.5 Salinidad en temporada de secas para el SLJ (Sistema Lagunar la Joya) y SLB (Sistema Lagunar Buenavista).

Cuadro 43 y 44 muestran los resultados de análisis estadísticos para salinidad temporada de seca para los sistemas lagunares la Joya -Buenavista, los cuales presentaron un nivel crítico muy pequeño (0.000) por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que la salinidad para el sistema Buenavista en estiaje es significativamente

mayor (38.6 ups) que la Joya (36.4 ups) teniendo una diferencia en las medias de (-2.17) a favor del sistema Buenavista.

Cuadro 43. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de la salinidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 LA JOYA SALINIDAD SECAS	36.445	34	1.435	0.246
BUENAVISTA SALINIDAD SECAS	38.620	34	1.982	0.339

Cuadro 44. Prueba de muestras relacionadas de los datos de salinidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 LA JOYA SALINIDAD SECAS - BUENAVISTA SALINIDAD SECAS	-2.175	2.891	0.495	-3.183	-1.166	-4.387	33	0.000

8.7.6 Transparencia en temporada de secas para el SLJ Y SLB.

Los resultados del análisis estadístico aplicado a los datos de transparencia de las temporada de seca para los sistemas lagunares la Joya -Buenavista, los cuales presentaron un nivel crítico de (0.632) , por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que la transparencia para el sistema la Joya en estiaje es significativamente mayor (80.8 cm) que la Buenavista (78.1 cm), teniendo una diferencia en las medias de (2.6 cm), en favor del sistema Buenavista (Cuadro 45 y 46).

Cuadro 45. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de transparencia del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par	LA JOYA TRANSPARENCIA (cm) SECAS	80.853	34	29.340	5.031
1	BUENAVISTA TRANSPARENCIA(cm) SECAS	78.176	34	14.235	2.441

Cuadro 46. Prueba de muestras relacionadas de los datos de transparencia del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de seca del año 2015.

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par	LA JOYA TRANSPARENCIA (cm) SECAS - BUENAVISTA TRANSPARENCIA (cm) SECAS	2.676	32.311	5.541	-8.597	13.950	0.483	33	0.632

8.7.7 Conductividad especifica en temporada de secas para el SLJ Y SLB.

Los cuadros 47 y 48 muestran los resultados de análisis estadísticos para CE temporada de seca para los sistemas lagunares la Joya-Buenavista, los cuales presentaron un nivel crítico muy pequeño (0.000) por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que la CE para el sistema Buenavista en secas es significativamente mayor (58.5 ms/cm) que la Joya (55.3 ms/cm) teniendo una diferencia en las medias de (-3.19) a favor del sistema Buenavista.

Cuadro 47. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de conductividad específica del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de seca del año 2015.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	LA JOYA CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA (ms/cm) SECAS	55.353	34	1.913	0.328
	BUENAVISTA CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA (ms/cm) SECAS	58.549	34	1.808	0.310

Cuadro 48. Prueba de muestras relacionadas de los datos de CE del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de seca del año 2015.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	LA JOYA CE(ms/cm) SECAS - BUENAVISTA CE (ms/sm) SECAS	-3.195	3.540	0.607	-4.431	-1.960	-5.263	33	0.000

8.8 Comparación de la batimetría y los parámetros fisicoquímicos en las temporadas de lluvia del SLJ y SLB.

La comparación de la batimetría, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, el potencial de hidrógeno, turbidez y conductividad específica de los sistemas lagunares Joya-Buenavista de las temporadas de lluvias se realizó mediante el análisis estadístico denominado, prueba T para muestras relacionadas.

8.8.1 Profundidad temporada de lluvias para el SLJ Y SLB.

los resultados del análisis estadístico, aplicado a los datos de batimetría de las temporada de lluvias para los sistemas lagunares la Joya -Buenavista, los cuales presentaron un nivel crítico de (0.468) mayor de 0.05 por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que la profundidad para el sistema Buenavista en lluvias es significativamente mayor (149.7 cm) que la Joya (140.5 cm) teniendo una diferencia en las medias de (-8.8 cm) en favor del sistema Buenavista, (Cuadro 49 y 50).

Cuadro 49. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de profundidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de lluvias del año 2015.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	LA JOYA PROFUNDIDAD LLUVIAS (cm)	140.588	34	56.879	9.754
	BUENAVISTA PROFUNDIDAD LLUVIAS (cm)	149.471	34	47.233	8.100

Cuadro 50. Prueba de muestras relacionadas de los datos de profundidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de lluvia del año 2015.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	LA JOYA PROFUNDIDAD LLUVIAS (cm)	-8.882	70.463	12.084	-33.468	15.703	-0.735	33	0.468
	BUENAVISTA PROFUNDIDAD LLUVIAS (cm)								

8.8.2 Temperatura en temporada de lluvias para el SLJ Y SLB.

En los cuadros 51 y 52 los resultados del análisis estadístico fueron similares para la temperatura en los dos sistemas lagunares, los cuales presentaron un nivel crítico (0.664) por lo cual indica que no hay una diferencia en los dos sistemas lagunares y la temperatura para el sistema la Joya en lluvias fue (32.2°C) y la Buenavista (32.3°C) por lo consiguiente no permite rechazar la hipótesis nula de la igualdad de medias.

Cuadro 51. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de temperatura del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de lluvias del año 2015.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	LA JOYA TEMPERATURA LLUVIAS (°C)	32.253	34	1.141	0.195
	BUENAVISTA TEMPERATURA LLUVIAS (°C)	32.376	34	0.932	0.160

Cuadro 52. Prueba de muestras relacionadas de los datos de temperatura del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de lluvia del año 2015.

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	LA JOYA TEMPERATURA LLUVIAS (°C) - BUENAVISTA TEMPERATURA LLUVIAS (°C)	-0.123	1.641	0.281	-0.696	0.449	-0.439	33	0.664

8.8.3 Oxígeno disuelto en temporada de lluvias para el SLJ Y SLB.

Los resultados de análisis estadísticos para oxígeno disuelto temporada de lluvias para los sistemas lagunares la Joya-Buenavista, los cuales presentaron un nivel crítico de (0.019) por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que el oxígeno disuelto para el sistema la Joya en lluvias es significativamente mayor (8.5 mg/l) que la Buenavista (7.6 mg/l) teniendo una diferencia en las medias de (.88 mg/l) a favor del sistema la Joya (Cuadros 53 y 54).

Cuadro 53. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de oxígeno disuelto del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de lluvias del año 2015.

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 LA JOYA OD (mg/l) LLUVIAS	8.505	34	1.771	0.303
BUENAVISTA OD (mg/l) LLUVIAS	7.617	34	1.539	0.264

Cuadro 54. Prueba de muestras relacionadas de los datos de oxígeno disuelto del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de lluvia del año 2015.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 LA JOYA OD (mg/l) LLUVIAS BUENAVISTA OD (mg/l) LLUVIAS	0.887	2.099	0.360	0.155	1.620	2.466	33	0.019

8.8.4 Potencial de hidrogeno en temporada de lluvias para el SLJ Y SLB.

Los cuadros 55 y 56 muestran los resultados del análisis estadístico para pH, aplicado a los datos de la temporada de lluvia para los sistemas lagunares la Joya -Buenavista, los cuales presentaron un nivel crítico muy pequeño (0.000) por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que el pH para el sistema la Joya en lluvias es significativamente mayor (8.4) que la Buenavista (8.0) teniendo una diferencia en las medias de (0.39) a favor del sistema la Joya.

Cuadro 55. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de pH del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de lluvias del año 2015.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	LA JOYA Ph LLUVIAS	8.465	34	0.478	0.082
	BUENAVISTA Ph LLUVIAS	8.067	34	0.333	0.057

Cuadro 56. Prueba de muestras relacionadas de los datos de pH del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de lluvia del año 2015.

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	LA JOYA Ph LLUVIAS - BUENAVISTA Ph LLUVIAS	0.397	0.599	0.102	0.188	0.606	3.870	33	0.000

8.8.5 Salinidad en temporada de lluvias para el SLJ Y SLB.

Los resultados de análisis estadísticos para salinidad temporada de lluvias para los sistemas lagunares la Joya -Buenavista, los cuales presentaron un nivel crítico muy pequeño (0.000) por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que la salinidad para el sistema la Joya en lluvias es significativamente mayor (23.2 ppm) que la Buenavista (16.5 ppm) teniendo una diferencia en las medias de (6.6) a favor del sistema la Joya (Cuadros 57 y 58).

Cuadro 57. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de salinidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de lluvias del año 2015.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	LA JOYA SALINIDAD LLUVIAS	23.235	34	2.104	0.360
	BUENAVISTA SALINIDAD LLUVIAS	16.588	34	1.725	0.295

Cuadro 58. Prueba de muestras relacionadas de los datos de salinidad del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de lluvia del año 2015.

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	LA JOYA SALINIDAD LLUVIAS - BUENAVISTA SALINIDAD LLUVIAS	6.647	2.890	0.495	5.638	7.655	13.408	33	0.000

8.8.6 Transparencia en temporada de lluvias para el SLJ Y SLB.

Los cuadros 59 y 60 de los resultados del análisis estadístico aplicado a los datos de transparencia de las temporadas de seca para los sistemas lagunares la Joya -Buenavista, los cuales presentaron un nivel crítico muy pequeño de (0.000) por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que la transparencia para el sistema Buenavista en lluvias es significativamente mayor (89.2 cm) que la Joya (71.9cm) teniendo una diferencia en las medias de (-17.2 cm) en favor del sistema Buenavista.

Cuadro 59. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de transparencia del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvias del año 2015.

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 LA JOYA TRANSPARENCIA (cm) LLUVIAS	71.971	34	19.938	3.419
BUENAVISTA TRANSPARENCIA (cm) LLUVIAS	89.235	34	13.294	2.279

Cuadro

60. Prueba de muestras relacionadas de los datos de la transparencia del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporadas de lluvia del año 2015.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 LA JOYA TRANSPARENCIA (cm) LLUVIAS - BUENAVISTA TRANSPARENCIA (cm) LLUVIAS	-17.264	24.568	4.213	-25.836	-8.692	-4.098	33	0.000

8.8.7 Conductividad específica en temporada de lluvias para el SLJ Y SLB.

Los cuadros 61 y 62 muestran los resultados de análisis estadísticos para CE temporada de lluvias para los sistemas lagunares la Joya -Buenavista, los cuales presentaron un nivel crítico muy pequeño (0.000) por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se concluye que la CE para el sistema la Joya en lluvias es significativamente mayor (36.1 ms/cm) que la Buenavista (26.5 ms/cm) teniendo una diferencia en las medias de (9.5) a favor del sistema la Joya.

Cuadro 61. Estadísticos de muestras relacionadas de los datos de CE del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de lluvias del año 2015.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	LA JOYA CE (ms/cm) LLUVIAS	36.176	34	2.688	0.461
	BUENAVISTA CE (ms/cm) LLUVIAS	26.597	34	1.890	0.324

Cuadro 62. Prueba de muestras relacionadas de los datos de CE del sistema lagunar la Joya y del sistema lagunar Buenavista, de las temporada de lluvia del año 2015.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 LA JOYA CE (ms/cm) LLUVIAS BUENAVISTA CE (ms/sm) LLUVIAS	9.579	3.358	0.576	8.407	10.751	16.631	33	0.000

XIII.DISCUSIÓN

Superficie.

En base a este estudio se constató que la superficie del sistema lagunar Joya - Buenavista (SLJB) es de 5,021.2 ha, valor que discrepa con el señalado por Ramos (2008) de 6,772 ha donde considera mayor cobertura de sistemas lagunares, La Pampita y la Joya -Buenavista. Este sistema está por debajo del sistema lagunar mar muerto (SLMM) con una superficie total de 55 210.4 ha (Ríos y Pérez, 2018) pero mayor que los sistemas lagunares Chantuto-Panzacola con 597.3 ha (Herrera, 2002) y Carretas-Pereyra con 3,696 ha (SEMARNAP, 1999) en el estado de Chiapas.

Cuadro 63.Comparacion de parámetros morfometricos (Herrera, 2002), (Ríos & Pérez, 2018).

Parámetros morfometricos	SLC (Sistema Lagunar Chantuto) (Herrera, 2002)	SLP (Sistema Lagunar Panzacola) (Herrera, 2002)	SLMM (Sistema Lagunar Mar Muerto) (Ríos y Pérez,2018)	SLJB (Sistema Lagunar Joya - Buenavista)
Área(ha)	431.99	165.39	55 210.4	5021.2
Área (m ²)	4,319,982.4	1,653,925.6 2	552,104,138.23	50,212,000
longitud(km)	4.314	2.802	66.294	33
Ancho máximo(km)	2.128	1.0538	13.5	5
Anchura media (km)	0.101	0.749	832.86	152.15
Ancho mínimo(km)	***	***	3.10	0.8

Ancho promedio(km)	***	***		2.9
Perímetro (km)	13.0857	12.6739	768.95	106.7
Profundidad máxima (m)	1.50	1.00	4.45	2.94
Profundidad mínima (m)	***	***	0.21	0.52
Volumen (m³)	20,014,886.8	4,291,454.8	1,070,246,359,.5 1	79,151,031.53
Desarrollo de volumen	1.5	1.875		1.51
Profundidad relativa %	0.064	0.069		0.0367
Profundidad media (m)	0.75	0.625	1.80	1.4
Factor de forma (RF)	***	***		0.04
Amplitud (W)	***	***		1521.75
Coefficiente de redondez (K)	***	***		17.03
Razón de circularidad (Rc)	***	***		0.05
Índice de diversidad de patton (DI)	***	***		4.25
Índice de forma	***	***		4.21
Índice de alargamiento (Ia).	***	***		6.6

Continuación Cuadro 63.Comparacion de parámetros morfometricos

El desarrollo de volumen es un parámetro muy importante que determina el grado de sedimentación de un lago y la calidad del agua, a modo que si este aumenta la evolución de la cubeta de un lago cambia transformándose en una forma cónica (U) a estos se les considera lagos evolucionados o viejos (Sperling, 1999 citado en Benjumea *et al*, 2008).

El sistema lagunar Joya Buenavista presento un desarrollo de volumen de 1.62 m³, valor alejado a la unidad, lo cual presenta una forma de cubeta (U) debido a la acumulación de sedimentos en el fondo, por lo cual este sistema es considerado viejo.

En comparación con el lago la Ciénaga de Cachimbero (Santander, Colombia) presentaron la misma situación arrojó un resultado de 1.77, presenta una forma de cubeta del lago aproximada a la letra U, se considera un sistema evolucionado debido a la acumulación de sedimentos en su fondo (Benjumea *et al* .2008).

El factor de forma es otra variable que intenta evaluar la elongación de una laguna, toma valores inferiores 1 cuando se trata de lagunas alargadas fue introducida (Magette, 1976; citado por Jardí, 1985) el SLJB presento un factor de forma de 0.04 lo cual indica es un sistema elongado.

La amplitud en un sistema lagunar indica cuando W presente un valor por encima de la unidad, implicaran lagunas elongadas (Jardí, 1985). Tomando referencia a esto la laguna Joya Buenavista presento un valor de amplitud (W) de 1,521.57, lo cual el sistema es muy elongada.

Coeficiente de redondez (K) forma de una laguna, a mayor elongación de la laguna, mayor será el valor que toma K (Seyhan, 1977, citado en Jardí, 1985). Tomando referencia a lo anterior el SLJB presento un (K) de 17.03, lo cual nos indica que presenta forma alargada.

K >> 1  **Forma alargada**

Índice de forma (C), esta variable compara el perímetro de la laguna con la longitud o perímetro del círculo asociado, cuanto mayor sea el valor que tome C, indicara un perímetro superior al que le correspondería al círculo asociado; indicará lagunas muy lobuladas (Magette, 1976) el SLJB presento un valor de 4.21 el cual se caracteriza como un sistema lobulado.

Índice de diversidad de forma de Patton (Lozano *et al*, 2011). Teóricamente, cuando el índice de diversidad es 1, la forma del fragmento semeja un círculo, y a medida que éste va en aumento, la forma se torna más compleja (Henao 1988) considera que índices de diversidad superiores a 2 reflejan formas amorfas, el SLJB presentó un valor de 4.25 esta es considerada un sistema amorfo el cual se caracteriza por ser complejo.

Índice de alargamiento (Ia) presenta valores mayores a la unidad, se trata de lagunas alargadas, mientras que para valores cercanos a 1, se trata de una laguna cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y puede tenerse un río principal corto. (Fuentes, 2004). El SLJB se caracteriza por ser un sistema muy alargado el cual presento un valor de 6.6 esto hace que el sistema tenga menor circulación de agua.

Batimetría

La distribución de la batimetría del SLJB, señaló ser un ecosistema costero somero, con un promedio en temporada de secas de 123.27 cm, presentando un mínimo de 25 cm y un máximo de 278 cm, la batimetría en el sistema para esta temporada se encontró una distribución de 25 cm a 277 cm. Los datos batimétricos realizados en el SLMM (Ríos y Pérez, 2018) demuestran que este sistema presento durante la temporada de estiaje profundidades de 21cm a 445 cm lo cual indica que el SLMM presentó mayor profundidad para esta temporada que el SLJB. Lo cual son considerados cuerpos de aguas someros.

En lluvias el SLJB presento un promedio de 148 .35 cm, con un mínimo de 52 cm y un máximo de 294 cm, la profundidad para esta temporada se distribuyó de 52 cm a 295 cm, mientras que el SLMM se encontró de 34 cm y 515 cm en lluvias (Ríos y Pérez, 2018) siendo más profundo para esta temporada que el SLJB.

Además de acuerdo con lo reportado por Gutiérrez-Mendieta *et al* (2006) el SLJB (104 cm) presenta mayores profundidades en comparación con los sistemas lagunares de Chantuto-Panzacola (111 cm) y Carretas-Pereyra (78 cm).

Parámetros fisicoquímicos.

Estudios realizados en el año 1991 en el SLJB la temperatura presento una variación anual, en promedio de 29°C en el período más frío (Enero) a 34°C en (Agosto) la temperatura mínima local fue de 28°C y la máxima de 39.5°C, esta última localizada hacia la región de La Joya y la primera en Boca del Cielo (Contreras y Zabalegui, 1991).

En la época de seca (Abril) del año 2015 de la presente investigación, la temperatura del SLJB presentó un promedio en secas de 32.44°C y en lluvia (Octubre) 31.17°C, presentando una diferencia de 1.27°C entre dichas temporadas del año, presento un máximo en secas de 35.19 °C y un mínimo de 30.82°C, así mismo en lluvias presento un máximo de 34.1°C y mínimo en lluvias de 30.0°C. Por lo que en el trascurso del tiempo la temperatura ha aumentado, pero no presenta una diferencia muy perceptible para ambas épocas en este año de investigación.

En comparación con el comportamiento reportado de temperatura para la época de seca (Abril-Mayo) del año 2015 del SLMM presentó un promedio de 32.8°C en secas y en lluvia (Septiembre-Octubre) 31.2°C, presentando una diferencia de 1.6°C entre dichas temporadas del año, lo que indica que no existe una diferencia temporal muy marcada (Ríos y Pérez, 2018) lo cual presenta una similitud en ambas temporadas del año con el SLJB con este parámetro.

En el caso de la laguna Chautengo, Guerrero en 2011 presento una temperatura promedio de 29.8°C , con una máxima de 34.0°C y una mínima de 24.0°C, presentó una variación de entre a temperatura de superficie y fondo de 0.23°C (Rendón *et al.* 2011).

El oxígeno disuelto del SLJB presento un promedio de saturación en temporada de secas de 7.17 mg/l, un máximo de 13.82 mg/l, un mínimo de 2.02 mg/l, la presencia de oxígeno en temporada de lluvias presentó un promedio de 8. 17 mg/l, un máximo de 14.78 mg/l y un mínimo de 4.02 mg/l.

Estudio realizado en el SLJB (Contreras, 1988) encontraron un máximo de oxigeno 4.30 mg/l y un mínimo de 4.91 mg/l. En esta investigación se encontró un máximo en secas de 13.82 mg/l y un mínimo de 2.02 mg/l, en lluvias se alcanzaron un máximo de 14.78mg/l y un mínimo de 4.02 mg/l, esto nos indica que con el paso de los años el sistema presenta niveles muy críticos de saturación, lo que indica que hay presencia de hipoxia en la laguna en algunas zonas en todo el sistema lagunar, lo cual influye en la reducción del crecimiento de las especies.

En comparación con el SLMM, presentó un menor contenido, en la época de seca 5.7 mg/l en temporada de lluvia 6.2 mg/l, en el periodo de seca esta diferencia fue de 0.3 mg/l y en lluvias de 0.5 mg/l, presentando los mayores registros en la superficie, clasificada como una laguna costera hiperóxica (Ríos y Pérez, 2018).

El comportamiento del pH para esta estación del año 2015 presentó en temporada de secas un promedio de 7.36, mínimo de 5.45 y un máximo de 8.40, para la temporada de lluvias se presentó un promedio de 8.36, un mínimo de 6.54 y un máximo de 8.98, al sureste enfrente de Manuel Ávila Camacho predomina una zona acida con bajos niveles de pH de 5.4 a 6. Estudio realizado por (contreras, 1988) el sistema lagunar presentó un pH mínimo de 9.17 y un máximo de 9.60, con un pH más alcalino, pero con el paso de los años la laguna tiende a disminuir sus niveles de pH lo cual tiende a ser un sistema más acido.

En comparación de la mayor parte del SLMM, el potencial de Hidrógeno presentó un comportamiento homogéneo y mayor que el SLJB , en las dos épocas climáticas del año 2015, caracterizado por presentar 8.0 pH a 8.3 pH en la Pampa Paredón (Boca) valores propios del agua de mar, posteriormente en las Pampas Rancho Salinas (Zona intermedia) y Rincón Juárez (Cabeza) los valores aumentan de 8.3 pH a 8.8 pH, lo cual está relacionado con altos porcentajes de concha en sedimentos liberando grandes cantidades de carbonato originando un aumento en los niveles de esta variable (Ríos y Pérez 2018).

La salinidad del SLJB en época de seca presento un promedio de 37.18 ups, con un máximo de 41.15 ups y un mínimo de 30.08 ups, Se considera que hay mayor presencia de salinidad al sureste en el sistema Buenavista por incidencia de agua marina por el canal San Marcos, ya que la Joya presento mayores zonas al noroeste con 34 a 36 ups debido a la poca aportación de los ríos en esta la temporada. Pero para esta temporada de secas el sistema comperto hipersalino presento niveles mayores de 35 ups, considerado un clima muy seco o áridos para esta temporada del año.

Para la temporada de lluvias la salinidad presento un promedio de 21.08 ups, con un máximo de 26 ups y un mínimo de 14 ups, la salinidad fluctuó en zonas de 21ups a 23 al oeste y noroeste enfrente de Cabeza de Toro, enfrente del Rio Santiago y El Salto. Zonas de 23 ups a 25 ups al noroeste enfrente del Rio El Salto y al noreste enfrente del Rio Santiago. Se presentaron zonas de 13 a 17 ups al noroeste enfrente de Belizario Domínguez y al sureste enfrente de Rio Horcones, la salinidad tendió a disminuir por la descarga fluvial directa de los Ríos (Ocuilapa, El Salto, Santiago y Horcones).

Estudios realizados por (Contreras, 1988) el sistema lagunar Buenavista presento para ese año una salinidad con un máximo de 51.79 y un mínimo de 26.73, lo cual coincide con la presente investigación que el sistema Buenavista presenta mayor salinidad que la Joya debido a incidencia de agua marina proveniente del canal San Marcos.

En comparación del SLMM que presento un promedio de a salinidad en temporada de estiaje de 37.5, la salinidad fluctuó entre los 32.2 ups y 44.1 ups, las zonas con menor contenido de salinidad se encuentran en la parte más interna de la laguna (norte de la Pampa Rincón Juárez), seguida de la parte intermedia que presento las mayores salinidades (Pampa Rancho Salinas), la parte más cercana a la Boca Tonalá, registro salinidades marinas (35 ups), mostrando un ligero aumento hacia el interior de la Pampa Paredón, lo cual son similares con el SLJB en salinidad para esta temporada.

En la época de lluvia el SLMM se comportó con salinidades que oscilaron entre 27.3 ups y 42 ups, manifestando un promedio de 37.2 ups, ligeramente menor que en la temporada de seca, demostrando un comportamiento inverso a dicha temporada, con menores salinidades (28.6 ups a 32 ups) al este de la Pampa Paredón (Boca) donde se localizan descargas fluviales directas como el Rio Tonalá e indirectas del Rio Zanacatenco el cual desemboca en el cordón estuarino a un costado de la localidad de Valle del Sol, inyectando agua al SLMM, por medio del canal que conecta a estos dos complejos lagunares. A diferencia del SLJB que presentó menores niveles de salinidad para esta temporada, debido a la aportación fluvial de cuatro cuencas.

Estudio realizado en la laguna Pastoría, Oaxaca en (febrero, abril y junio) los valores de salinidad aumentaron de la boca hacia el interior de la laguna y en octubre los valores altos se presentan en los extremos y bajos hacia el centro de la laguna, (Ahumada y Ruiz, 2018); lo cual coincide con la distribución de salinidad para las dos épocas del año 2015 del SLJB.

La transparencia para la temporada de secas presento un promedio de 82.51 cm, un máximo de 137cm y un mínimo de 25 cm, se presentaron zonas de 73 cm a 89 cm en la parte oeste enfrente de Cabeza de Toro, al noroeste cerca de Belisario Domínguez, La Polka y Rio Santiago, al sureste cerca de Pueblo Nuevo, Manuel Ávila Camacho y Rio Horcones. Se encontraron zonas de 57 a 73 cm al oeste enfrente de Cabeza de Toro, al noroeste cerca de Belizario Domínguez, al noreste cerca de La Polka y al sureste cerca de Pueblo Nuevo y Morelos (Mojarras). Otras zonas que variaron de 89 cm a 105 cm en

al oeste cerca de Cabeza de Toro y al noroeste cerca de Belizario Domínguez y al noreste cerca de La Polka, Rio Santiago y el Canal San Marcos y al sureste enfrente de Manuel Ávila Camacho. Para esta temporada se considera mayor incidencia de luz al sistema y menores sólidos suspendidos.

Para la temporada de lluvias la transparencia presentó un promedio de 78.23, un máximo de 120 cm y un mínimo de 40 cm, lo cual disminuyó para esta temporada, se encontraron zonas de 88 cm a 100 cm al noroeste enfrente del Rio El Salto, al noreste enfrente de La Polka, al sureste enfrente de Pueblo Nuevo, Morelos (Mojarras) y Manuel Ávila Camacho. Al noroeste oscilaron zonas de 64 cm y 76 cm, enfrente de Belizario Domínguez, Rio El Salto, otras zonas ubicadas al sureste cerca de Morelos (Mojarras) y enfrente de Rio Horcones, Manuel Ávila Camacho. En el noroeste presentaron zonas una turbidez de 52 cm a 64 cm enfrente de Cabeza de Toro, Belizario Domínguez, Rio El Salto y al sureste una pequeña zona cerca del Rio Horcones. Otras zonas al noroeste presentaron con una turbidez de 76 cm y 88 cm enfrente de Belizario Domínguez, al noreste enfrente de Rio Santiago y al sureste cerca de Pueblo Nuevo y enfrente de Rio Horcones.

Estudio realizado en Chantuto – Panzacola (Gutiérrez, *et al.* 2006) presentó un promedio de transparencia de 0.56 m en secas y en lluvias de 0.52 m, Carretas –Pereyra presentó un promedio en transparencia en secas de 0.48 m y en lluvias 0.5 m. En el caso de la transparencia (disco de Secchi) la mayor penetración de la luz estuvo asociada con las altas salinidades (época de secas) en Chantuto-Panzacola.

Por el contrario las menores transparencias están asociados a las bajas salinidades, denotando la entrada de agua proveniente de los ríos, la cual estos acarrearán sedimentos y materiales en suspensión, limitando el paso de la luz. En comparación el SLJB que presentó promedios más altos en las diferentes estaciones del año 2015. La transparencia se clasifica como sistemas de aguas claras a los que presentan lecturas de Secchi mayores o iguales a un metro (Gayenola, 2007) el SLJB presentó como sistemas de aguas claras, ya que las zonas más profundas en temporada de estiaje se

asocian con las zonas con mayor transparencia en secas. Para temporada de lluvias oscilaron zonas de 88 cm a 100 cm, que se relacionan con las zonas más profundas de 122 cm a 156cm y de 157cm a 191 cm.

Por otra parte, las bajas profundidades de la región, sumadas a los mecanismos de aceleración/desaceleración en la velocidad de las corrientes, sujetos al régimen de vientos, la marea, las precipitaciones y otros factores físicos, contribuyen de forma determinante en los procesos de erosión/deposición; estos mecanismos generan incrementos/disminuciones en la turbidez (Van Rijn, 1984; Vidal *et al.*, 2005).

Los sólidos que se encuentran en la naturaleza de forma disuelta. Las sales disueltas en el agua se descomponen de iones positivos (sodio (Na⁺) (calcio (Ca⁺²) (potasio (K⁺) (magnesio (Mg⁺²) (negativos cloruro (Cl⁻) (sulfato (SO⁴⁻²) (carbonato y bicarbonato) la conductividad se define como la capacidad del agua, para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos (Swason y Baldwin, 1965).

La conductividad específica presentó un promedio de 56.45 ms/cm en temporada de secas un mínimo de 52.80 ms/cm y un máximo de 61.66 ms/cm. En el noroeste se presentaron zonas de 52 ms/cm a 54.3 ms/cm cerca de Cabeza De Toro, enfrente de Belizario Domínguez y Río El Salto. Oscilaron zonas de 54.3 ms/cm a 55.8 ms/cm al noroeste cerca de Cabeza De Toro y enfrente de Belizario Domínguez. En el noreste enfrente del Río Santiago y al sureste enfrente de Pueblo Nuevo, Morelos (Mojarras) y Manuel Ávila Camacho presentaron zonas de 58.8 ms/cm y 60.3 ms/cm, al noreste cerca de la polca y al sureste enfrente del Canal San Marcos y Río Horcones zonas de 57.3 ms/cm y 58.8 ms/cm. Para esta temporada se consideró mayor concentración de salinidad por lo que indicó aumento de conductividad en secas.

En lluvias presentó un promedio de 33.12 ms/cm, un mínimo de 23.3 ms/cm y un máximo de 39.5 ms/cm, al noroeste se encontraron zona de 37ms/cm a 39 ms/cm, enfrente de Cabeza de Toro, Belizario Domínguez y Río El Salto. Se presentaron zonas de 34 ms/cm a 36 ms/cm al noroeste enfrente de Cabeza de toro y Belizario Domínguez,

al noreste enfrente de la Polka y Rio Santiago, otras zonas de 25 ms/cm a 27 ms/cm al sureste enfrente de Rio Horcones y Manuel Ávila Camacho. Para esta temporada se presentó una disminución de conductividad debido a la presencia de descarga pluvial, aportación de los ríos arrojando mayor presencia de sedimentos (sólidos suspendidos) nutrientes, materia orgánica. La salinidad para esta temporada disminuyó debido a la portación de los ríos.

En comparación de estudio realizado del acuífero de Guasave, Sinaloa (Mellado, 2007), que presentó niveles menores, un promedio de conductividad de 1.4 ms, con intervalos que oscilaron de 0.3 a 3.0 ms para aguas de consumo y uso agrícola, en noviembre 2006 registro 0.7 g/l, de sólidos disueltos mientras que en abril presentó 950 g/l niveles altos de sólidos disueltos en la parte central del acuífero. Esto se debe a la presencia de sales inorgánicas, materia orgánica y otros materiales.

La conductividad eléctrica específica de las lagunas Chacahua y Salina Grande, Oaxaca (Mejía *et al*; 2012). Los valores de la laguna Chacahua son parecidos a los valores del agua del mar (51 ms/cm) excepto en dos zonas donde se presentan valores más bajos: 34 y 32 ms/cm. También se puede apreciar que todos los valores de la laguna Salina Grande tienen conductividades menores que la del mar (36 ms/cm). Los valores de laguna Chacahua coinciden con los valores de la temporada de seca del SLJB, por la mayor presencia de sales disueltas.

Sedimentos

El sedimento que mayor se presentó en todo el sistema lagunar fue el limoso arcilloso que se distribuye al noroeste enfrente a Cabeza de Toro y cerca de Belizario Domínguez, al noreste cerca de la Polka y Rio Santiago, al sureste enfrente de Morelos (Mojarras), cerca de Manuel Ávila Camacho y final de la laguna Buenavista, esto se debe a la presencia de arrastre de arcilla proveniente de los ríos (Ocuilapa, Santiago y Horcones) como la presencia de materia orgánica en degradación. También resaltaron zonas de franco limoso al noroeste enfrente de Cabeza de Toro, Belizario Domínguez, al

noreste cerca de la Polka, al sureste enfrente del Canal San Marcos y Pueblo Nuevo, cerca de Morelos (Mojarras) y enfrente de Manuel Ávila Camacho. Por ser un sistema ahogado y poca circulación los lodos se sedimentan en esas zonas.

En el noroeste cerca de Belizario Domínguez y al noreste cerca de la Polka se presentaron zonas con sedimento arcilloso limoso.

Se encontraron 21 zonas de pesca de camarón distribuidas en todo el sistema lagunar; las zonas de pesca de camarón localizadas se relacionan con los sedimentos destacados, al noroeste enfrente de Cabeza de Toro y cerca de la Polka se presentó dos zonas en sedimento limoso arcilloso, dos zonas más de pesca al sureste enfrente de Pueblo Nuevo y al final de la laguna Buenavista cerca de Manuel Ávila Camacho, un total de 4 zonas para este sedimento.

En el noroeste enfrente de Belizario Domínguez se encontraron 7 zonas de pesca en sedimento franco limoso, 4 zonas al sureste en enfrente del Canal San Marcos, Pueblo Nuevo y Manuel Ávila Camacho, un total de 11 zonas para este sedimento.

Una zona al noroeste cerca del Rio Ocuilapa de sedimento arenoso limoso, otra zona al noroeste cerca del Rio Ocuilapa con sedimento arenoso con restos de concha, al sureste enfrente del Rio Santiago se encontró una zona con sedimento arcilloso con restos de materia orgánica. Al sureste 2 zonas enfrente de Manuel Ávila Camacho y Rio Horcones con sedimento arcilloso arenoso.

La distribución espacial de los sedimentos del SLMM en el año 2015 (Ríos y Pérez, 2018) se caracterizó diferente al SLJB, por presentar en la Pampa Paredón (boca) arenas finas, y arena gruesa en la Pampa Rincón Juárez (cabeza) así como en la Pampa Rancho Salinas (zona intermedia) donde se origina la mezcla de los dos anteriores sustrato con lodos, la presencia de arena gruesa dentro de este ecosistema lagunar costero es propiciada por las descargas fluviales presentes en la zona (Ríos Cabrestrada, Guadalupe, Tapanatepec, Zanatenco, Novillero, Lagartero, Tiltepec y Tonalá).

Otros sedimentos totalmente diferentes al SLJB, fue un estudio realizado la Bahía Chetumal descrito por Navarrete *et al.* (2000) lo cual los sedimentos encontrados fueron, arenas de variación de arena muy fina a muy gruesa, de composición calcárea, blancos

o ligeramente grises, todas las estaciones de esta bahía presentaron el 90% de arena, solo un 5% de limos y arcillas.

Coincidiendo con la laguna de Guásimas, Sonora (Chávez y Álvarez, 2006) que presenta algunas zonas con el mismo tipo de sedimento (limoso arcilloso) que el SLJB, esta presenta sedimentos, del grupo de partículas de tamaño limo y arcilla, ambos grupos se dividen en dos subgrupos (arena - limoso) y estos dos grupos en (limoso-arenoso) (lodo arenoso). Las partículas de limo y arcilla se consideran como un caso particular, puesto que una vez depositadas requieren velocidades de corrientes más altas que las de su transporte para ser erosionadas, debido a su característica de plasticidad y cohesividad, lo cual demuestra el alto contenido de conchas y fragmentos de estas en el ambiente de baja energía.

Las dificultades de las lagunas costeras se resumen principalmente en dos puntos (Contreras, 1988):

Conservación: urge a causa del paulatino deterioro ambiental de estos sistemas acuáticos, lo cual crece de manera alarmante, de cual se debe imponer un control y manejo ambiental de los sistemas lagunares.

Alimentación: La productividad potencial hace que estos ecosistemas lugares idóneos, para el más directo aprovechamiento de una energía que usualmente se pierde.

IX. CONCLUSION

Los resultados de la presente investigación son confiables, por la cantidad de estaciones de muestreo determinadas (111) y la navegación por medio de un sistema de posicionamiento geográfico (GPS) que permitió registrar con mayor exactitud los datos de cada una de las variables analizadas dentro del SLJB en las dos temporadas (estiaje y lluvia).

La metodología que se llevó a cabo para realizar los mapas temáticos, manejo tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que sirvió para tener una mayor exactitud en la cartografía generada por esta investigación.

Todos los muestreos y técnicas metodológicas enfocadas en el análisis de los datos de morfometría, batimetría, parámetros fisicoquímicos y sedimentos del SLJB, generaron una perspectiva integral sobre la dinámica espacial y temporal de este sistema lagunar costero, lo cual permite concluir lo siguiente:

El SLJB se caracteriza por ser un sistema lagunar somero (promedio < 2 metros de profundidad), Tipo III-A. Plataforma de barrera interna tipo Gilbert Beaumont, la cual tiene barreras arenosas externas, cuenta con un canal natural que atraviesa a este sistema lagunar de manera paralela a la línea de costa, indispensable en la dinámica y comportamiento fisicoquímico de este ecosistema lagunar costero, es un sistema muy alargado, presenta una forma de cubeta (U) debido a la acumulación de sedimentos en el fondo, por lo cual este sistema es considerado viejo. Es un sistema complejo, desde su forma y eso afecta la circulación del agua.

La temperatura manifestó un comportamiento alto en las dos épocas del año, dicha estacionalidad también se mostró para el oxígeno disuelto que presenta mayores zonas en temporada de secas con niveles bajos de saturación y zonas mínimas de oxígeno con tendencia a hipoxia, aunque en este caso no aumentaron mucho los registros en la época de lluvia.

La salinidad presento niveles altos en temporada de secas lo cual el SLJB para esta época del año se presentó como clima árido (hipersalino), este provocó niveles altos de CE lo que indico mayor cantidad de sales disueltas en el sistema. Para la época de lluvias la salinidad disminuyó por la aportación de descarga pluvial y aporte de los ríos, la CE también disminuyó debido a la presencia de solidos suspendidos.

El pH se presentó para época de secas con una ligera acidez y en temporada de lluvias presento niveles neutros y con una ligera alcalinidad.

La distribución de los sedimentos del SLJB estuvo determinada por los ríos y las descargas fluviales y alimentos que implementa la gente para la pesca, debido a esto la laguna presenta niveles de riesgo, de calzarse o azolvarse, modificar parámetros y eutroficación.

Se identificaron un total de 21 zonas de pesca de camarón (*Litopenaeus vannamei*), el sedimento predominante fue el franco limoso con un total de 11 zonas, por lo consiguiente el limoso arcilloso con 4 zonas, 2 zonas de arcilloso arenoso, 1 zona con arenoso y restos de conchas, 1 zona con arcilloso y restos de materia orgánica, 1 zona de arcilloso arenoso y 1 zona arenoso limoso.

Los paraderos de pesca esporádicos son realizados por los pescadores y ellos consideran mayor abundancia de pesca de camarón.

X .PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

Basándose en los resultados de la presente investigación demuestran que el SLJB, presenta un comportamiento de contaminación y con tendencia a hipoxia debido al mal manejo de esta y al uso excesivo de alimento de pollo para la captura de pesca de camarón.

Se incita a estancias gubernamentales encargadas de la legislación y organización del sector pesquero, universidades y centros de investigaciones la realización de investigaciones interdisciplinarias que se enfoquen en la caracterización general de los sistemas lagunares de Chiapas.

El dragar una laguna costera debe efectuarse solo necesariamente, según el patrón de circulación y los canales mareales, hechos por la propia dinámica lagunar debido a la falta de conocimiento de la dinámica de los sistemas costeros, han dragado y deforestado zonas de ecosistemas de manglar que como consecuencia han impactado más la laguna.

Los análisis de la morfometría, batimetría, parámetros fisicoquímicos y sedimentos en las lagunas costeras resultan imprescindible para entender la dinámica y los cambios que estos ecosistemas costeros presentan a través de los años, por lo que resulta necesaria la realización de investigaciones que aporten información básica que permita describir el comportamiento futuro de estos ecosistemas.

La investigación muestra la información generada del año (2015), para entender el comportamiento detallado del SLJB es necesario realizar estudios que cuenten con un soporte mínimo de 3 a 5 años de muestreo, para entender su complejidad que estas presentan con el paso de los años y comportamiento biológico.

Asimismo se recomienda realizar dentro del SLJB investigaciones basadas en morfometría, la descripción de la hidrodinámica, análisis y determinación de la relación entre las variables ambientales y el recurso pesquero con el fin de establecer indicadores biológicos y ambientales. Así como un estudio detallado de calidad de agua que permita

mostrar la distribución y puntos de descarga de contaminantes dentro de este ecosistema.

En este tipo de investigación los datos manejados deben presentar la mayor confiabilidad viable, por lo que se debe utilizar aparatos de calidad, previamente calibrados, permitiendo una medición confiable de las variables ambientales, lo cual será parte esencial en la calidad de los resultados de cualquier investigación.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Ahumada, S. M.A. y Ruiz, G.N. 2008. Características fisicoquímicas de la Laguna Pastoría, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*. 7 (36): 3 -17.
- Arche-Alfredo. 2010. Sedimentología del proceso físico a la cuenca sedimentaria. CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España. Pp1290.
- Aubriot, L., Conde, D., Bonilla, S., Hein, V. y Britos, A. 2005. Vulnerabilidad de una laguna costera en una Reserva de Biosfera: Indicios recientes de eutrofización. Facultad de Ciencias UdelaR. Montevideo, Uruguay. Red Temática De Eutrofización De Lagos Y Embalses. Pp.65-85.
- Aznar, J. A. 2000. Determinación de parámetros fisicoquímicos de la calidad de las aguas .Instituto Tecnológico de Química y Materiales Álvaro Alonso Barba. *Gestión Ambiental*. 2 (23): 12-19.
- Batidas, G., Casanova, R. y Celis, C. 2008. Correlación de parámetros con la dinámica de la bahía de Tumaco. *Boletín científico Centro Control Contaminación del Pacífico*. 15: 83-89.
- Benjumea, H. C. A., Wills, T. A. y Aguirre, R. N. J. 2008. Principales aspectos morfométricos de la Ciénaga de Cachimbero, Santander – Colombia .Universidad Nacional de Colombia. *Gestión y Ambiente*. 11(2): 1-8.
- Brenes, R.C. L., Benavides, M. R. y Ballesteros, D. 2009. Características hidrográficas del sistema lagunar Los Micos – Quemada en el Caribe Hondureño. Laboratorio de oceanografía y manejo costero, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. *Revista Ciencias Marinas y Costeras* (1): 215-229.

- Body, C. E. 2017. Conductividad eléctrica del agua, Parte 2. Global Seafood. <https://www.globalseafood.org/advocate/conductividad-electrica-del-agua-parte-2/>. Consultado el 21 de Junio de 2024.
- Cabral-Solis, E.G. 2011. Efectos Antropogenicos sobre la calidad del agua, diversidad y abundancia de la fauna neotónica de la laguna de Cuyutlan. Colima, México: Recomendaciones para su manejo. Tesis de Doctorado. Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, BCS.
- Carbajal, P. N. 2009. Hidrodinámica y transporte de contaminantes y sedimentos en el sistema lagunar de Nipchute – Bojórquez, Quintana Roo. Instituto potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. Informe final SNIB – CONABIO proyecto N.º CQ063. México. D.F. 159p
- Carbajal-Evaristo, S. S. 2014. Evaluación del impacto del azolvamiento de La Laguna Cerritos, a partir de la canalización del Río Cintalapa. Tesis de Maestría. El Colegio de Frontera Sur.
- Calva, B.L.G. y Torres, A.R. 2011. Carbono orgánico y características texturales de sedimentos en áreas de pasto marino *Thalassia testudinum* en ecosistemas costeros del sureste de México del Golfo de México. Laboratorio de Ecosistemas Costeros. Hidrobiología. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Universidad y Ciencia. 27(2): 133-144.
- Calva, B.L.G., Pérez, R. A. y A. Z. Márquez G. 2006. Contenido de carbono orgánico y características texturales de los sedimentos del sistema costero lagunar Chantuto- Panzacola, Chiapas. Hidrobiológica. 16 (2):127-136.
- Cochrane, K. L. 2005. Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. FAO Documento Técnico de Pesca. N.º 424. Roma, Italia. 231p.
- Contreras, E. F. y Zabalegui, M. L. M. 1991. Hidrología, nutrientes y productividad primaria en la laguna La Joya - Buenavista, Chiapas, México. Anales del

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Departamento de Hidrobiología
Laboratorio de Ecosistemas Costeros. Universidad Autónoma Metropolitana-
Iztapalapa.13 p.

Contreras, E. F.1985. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo.
Secretaria de Pesca. México D.F. 263 p.

Comín, M. F. A. y Menéndez, F. E. 1987. Salinidad y nutrientes en las lagunas costeras
del Delta del Ebro. Departamento de Ecología. Facultad de Biología.
Universidad de Barcelona. Asociación española de Limnología Madrid. (3): 1-
8.

Contreras, E. F., Castañeda L. O., Torres A. R. y Gutiérrez M. F. 1996. Nutrientes de
31 lagunas costeras mexicanas. Universidad Autónoma Metropolitana-
Iztapalapa, México, DF. Rev.Biolo.Trop.44 (2): 417-425.

CONANP, 2007. Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Lagunas de
Montebello México. 200pp.

Contreras, E. F. 2001. Caracterización de lagunas costeras mexicanas a través de
variables Ecológicas seleccionadas. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma
Metropolitana.

Comisión Nacional De Acuacultura y Pesca. Dirección Nacional De Infraestructura.
Dirección Nacional de estudios y proyectos. 2003. Manifestación de impacto
ambiental, modalidad particular para el dragado de canales en las Lagunas
Campon, Tlacuachero, Teculapa y Protección marginal del poblado La Palma,
Municipio de Acapetahua, Chiapas.
[http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/chis/estudios/2004/07C
H2004H0004](http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/chis/estudios/2004/07C
H2004H0004). Consultado el 27 de Junio de 2024.

- Chávez, L. S. y Álvarez, A. A. D. 2006. Batimetría, sedimentos y ambientes de depósito en la laguna costera de Guásimas Sonora, México. Investigaciones geográficas, Boletín del instituto de geografía, UNAM. (60): 7-21.
- Chávez, L. R., Rocha, R. A. y Ramírez, R.A. 2005. Cambios de los ensamblajes de peces del sistema lagunar Alvarado (SLA), Veracruz, México. Revista Digital Universitaria, UNAM. 6(8):1-19
- Cruz, A. M. A. 2000. Aspectos morfométricos de tres lagunas costeras de Chiapas, La Carreta, Pereyra y el Bobo. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Depto. Hidrobiología. Universidad Autónoma Metropolitana. México. D. F.
- Darío, B.G., Casanova, R. R. F. y Celis, M. C. N. 2008. Correlación de parámetros fisicoquímicos con la dinámica en la Bahía Tumaco. Área del Protección del Medio Marino, San Andrés de Tumaco, Nariño, Colombia. Boletín Científico Centro Control Contaminación del Pacífico. (15): 83-89.
- De Jesús Navarrete, A., Oliva, R. J. J., Valencia, B. V. y Quintero, L.N. 2000. Distribución de los sedimentos de la Bahía Chetumal, Quintana Roo, México. Hidrobiológica 10 (1): 61-67.
- De La Cruz, G. F. J., Morales, P.O, Ramos, C. S. y Luna, R. M. C. 2011. Perfil sociodemográfico y económico de los pescadores de las localidades del sistema lagunar La Joya Buenavista – Cordón Estuarico Chiapas, México .Ciencia Pesquera. 19 (1): 61-69.
- Díaz, V. M., Arriaga, E.E.E, Quiroz, C.H, García, R.J. y Molina, E.I.2005. Caracterización de algunos parámetros físico químicos del agua y sedimentos del lago Zempoala, Morelos, México .Universidad de Guanajuato. Acta Universitaria. 15 (2): 57-56.

- Elizalde - Ramírez, L. G. 2009. Evaluación del contenido de mercurio en muestras de sedimentos provenientes del Río Coatzacoalcos cercano a fuentes antropogénicas emisoras de mercurio. Tesis de licenciatura. Tecnológico de Estudios Superiores Oriente Del Estado de México. La Paz Estado De México.
- Farreras, S. F. 2006. Hidrodinámica de lagunas costeras. Consejo Nacional De Ciencia y Tecnología (CONACyT). Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. México D.F.184 p.
- Fernández, E.E., Buil, G.B. y Martínez, R.J.2002.Caracterización hidroquímica del agua de las lagunas del Alcaudete (JAEN), con el objetivo de determinar la relación entre las aguas subterráneas y el Quimismo Lagunar. Presente y futuro de las aguas subterráneas en la provincia de Jaén. Instituto Geológico de Minería de España serie hidrogeología y aguas subterráneas. (1): 385-391.
- Fuentes, J. J. DE J. A. 2004. Análisis morfométrico de cuencas: caso de estudio del Parque Nacional Pico de Tancitaro. Instituto Nacional de Ecología. 47p.
- Flores, C. M., Del Ángel E., Frías, D. M. y Gómez, A. L. 2018. Evaluación de parámetros fisicoquímicos y metales pesados en agua y sedimento superficial de la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México. Tecnología y ciencias del Agua (2): 39-57
- Gayenola, G. 2007. Guía para la utilización las Valijas Viajeras - Conductividad. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos RED MAPSA. (1): 3p
- Gayenola, G. 2007. Guía para la utilización las Valijas Viajeras -Transparencia, etc. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos RED MAPSA (1):4p
- Galván, F.M.A., Arias R.H.M., Chávez, M.J. y Oropeza M.J.L.1999. Influencia del transporte fluvial de sedimentos sobre la evolución de una laguna costera.

Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa. Hidrobiológica. 9(12): 145-158.

González, D. R. P., Ventura, H.R., De La Garza, R. F. R. y Heyer. R.L.2019.Caracterización físico-química del agua de la laguna la Vega Escondía, Tampico, Tamaulipas, México. Tecnología y Ciencias del Agua. 10(1): 1-14.

Gutiérrez, M.F.J., Varona, C. F. y Contreras E.F. 2006.Caracterización estacional de las condiciones físico-químicas y de productividad primaria fitoplanctónica de dos lagunas costeras tropicales del estado de Chiapas, México. Hidrobiológica. 16 (2): 137-146.

Guarín, S. N. Estadística Aplicada. Distribución de frecuencia. 2002. Universidad Nacional de Colombia.202 p.

Herrera, A. L. 2002. Batimetría y Análisis Morfométrico de la Laguna Chantuto y Panzacola, Chiapas. Ciencias Biológicas de la Salud. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana. México DF.

Herrera, S. J. A. 2006.Lagunas costeras de Yucatán (SE, MEXICO): Investigación, diagnóstico y manejo, Sociedad Venezolana de Ecología, ECOTROPICOS 19 (2):94 -108.

Herrera, S.J. y Morales O. S. 2007. Lagunas costeras. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C, PPD-FMAM, CONABIO Y SEDUMA.pp.1:24-26.

Henao, S. J. E. 1988. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Universidad Santo Tomás. Bogotá. Colombia. 396Pp.

- Inga, O. A. A. y Vanegas O.D.B.2017.Evaluacion de la Laguna costera del sector LEG Tabacay y Oriente Alto, de la parroquia bayas del cantón Azogues. Tesis de Pregrado. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Cuenca. Ecuador.
- Jardi, M. 1985. Forma de una cuenca de drenaje. Análisis de las variables morfométricas que no las definen. Revista de Geografía, Barcelona. (19): 41-68.
- Klimek, A. O. 2019. Lagunas Costeras. [.https://suracapulco.mx/impreso/9/lagunas-costeras/#google_vignette](https://suracapulco.mx/impreso/9/lagunas-costeras/#google_vignette). Consultado el 29 de Junio de 2024.
- Lara, D. A. L., Contreras, E. F., Castañeda, L. O., Barba, M. E. y Pérez, H. M. A. 2011. Lagunas costeras y estuarios. En: Cruz-Angón. A, (Edit.). La biodiversidad en Veracruz un estudio de estado. CONABIO. México. Pp. 297-313.
- López, O.M., Pulido F.G, Serrano S.A, Gaytán O.J.C, Monks, S.W. y López, J.M.A. 2012. Evaluación estacional de las variables fisicoquímicas del agua de la laguna Tampamachoco, Veracruz, México. UDO Agrícola.12 (3): 713-719.
- Lobo, L. D., Donald. G., Ovalles. F y Santibáñez, F.2006. Guía metodológica para la elaboración del mapa de zonas áridas, semi-áridas y sub-húmedas secas de América Latina y el Caribe. Hidrológico internacional (PHI). UNESCO.58 pp.
- Lozano, B. L. A., Gómez, A. F. A. y Chaves, S. V. 2011. Estado de fragmentación de los bosques naturales en el norte del departamento de Tolima– Colombia. Ciencias Biológicas. Revista Tumbaga. 1(6): 125-140.
- Lozano, E. E.1995. Estudio Hidrológico y determinación de corrientes en la Laguna Camaronera en Alvarado Veracruz. Informe final proyecto terminal. División Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa. <http://148.206.53.231/tesiuami/UAM5161>. Consultado el 27 de Junio de 2024.

- Márquez, G.A.Z., Calva, B.L.G y Pérez, R. A.2017.Consideraciones batimétricas del sistema lagunar Carretas Pereyra, Chiapas, México. Dpto. Hidrobiología. Universidad Autónoma Metropolitana de Iztapalapa.16: (2)121-126.
- Malacalza, L., Momo, R. F. y Coviella, E. C. 2017. Fundamentos de ecología y ambiente. Ed. Universidad Nacional de Lujan. Argentina. Pp. 30-39.
- Magette, W. L., Shanholtz, V. O. y Carr, J. C. 1976. Estimación de parámetros seleccionados para el modelo de Cuenca hidrográfica de Kentucky a partir de las características de la Cuenca Hidrográfica. Water Resources Research. 12(3):472-476.
- Mellado-Moreno. K. V. 2007. Determinación de plaguicidas órganoclorados, por cromatografía de gases, agua subterránea del municipio de Guasave, Sinaloa. Tesis de ingeniería. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buena Vista Saltillo Coahuila. 167p.
- Mendoza, M. M., Martínez, A. A, Espinoza, F. M.L, Peralta, R. O. y Castro, R. T. 2013. Caracterización de dos lagunas costeras del pacifico tropical mexicano en relación con el contenido de carbono y la captura y emisión de CH₄ y CO₂. Universidad Autónoma de Guerrero, Centro de Ciencias de la Atmosfera, Universidad Nacional Autónoma de México. Revista internacional de Contaminación Ambiental. 29 (2): 145-154.
- Mejía, G. M. A., González, H. L, Espinoza, A. J. y González, V. J. A. 2012. Determinación de las aportaciones de agua dulce a las lagunas costeras Chacahua y Salina Grande, Oaxaca, por medio de isotopos ambientales. Tecnología y Ciencias del agua. 3(3): 53-54.
- Ministerio de Medio Ambiente.1998. Libro blanco del agua en España. La calidad de las aguas.Pp.196- 412.

- Montes, C., Amat, J. A. y Ramírez, D. L. 1980. Distribución temporal de las características Físico-Químicas y Biológicas de las aguas de algunos ecosistemas acuáticos del Bajo Guadalquivir (SW. España) a lo largo de un ciclo anual. Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias, Anales de la Universidad de Murcia. Ciencias. 38(1-4): 211-304.
- Moreno, G.E.2008.Manual de uso de SPSS. Guías prácticas del Instituto Universitario de Educación a Distancia. Instituto Universitario de Educación a Distancia. 279p.
- Navarrete, A.J., Oliva, R. J. J., Valencia. B. V. y Quintero, L. N. 2000. Distribución de sedimentos de la Bahía de Chetumal, Quintana Roo, México. Departamento de Ecología Pesquera. El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal. Hidrobiológica. 10(1).7p.
- Ovalle, E. F. y Vázquez, L. A. D.2009. Caracterización de sitios de manglar La Joya. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad. CONABIO. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. México D.F.Pp.17.
- Páez, O. F. 2005. Retos y perspectivas de la camaronicultura en la zona costera. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Mazatlán, Sinaloa, México. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales. (1): 21-31.
- Peña, P.E.2007.Calidad del agua Trabajo de investigación Oxígeno disuelto (OD). Escuela Superior Politécnica del litoral .Ingeniería en Auditoría y Control de Gestión. 6p.
- Pardo-Merino, A. y Ruiz- Díaz, M. A. 2002. SPSS11 Guía para el análisis de datos. MC Graw Hill. México, D.F. 715p.
- Perigó, A. E., Montalvo E. J, Miravet, R. M. E, Enríquez, L. D, Cobas, G. L. S, Ramírez, S. O, Rivas, R. L. y García, S. R. 2009. Diagnóstico ambiental, impactos y

- respuestas de la laguna costera El Doctor. Playa Baracoa, Habana, Cuba. Instituto de Oceanología. Centro de Investigaciones Pesqueras. 6: 80-93.
- Ramos, C. S. 2008. Estructura y parámetros poblacionales de *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 (Decapoda: Portuniade), en el sistema lagunar La Joya-Buenavista, Chiapas, México. Julio a diciembre 2001. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 3(3):259-268.
- Rendón, D. J. A, Ponce, P. J. T, Rojas, H. A, Arredondo, F. J. L, De La Lanza, G. y Flores, V. F. 2012. Morfometría, Hidrodinámica y físico-química del agua de la laguna de Chautengo, Guerrero, México. *Revista Bio ciencias*, 1(4): 25-37.
- Ríos-Toledo, S. y Pérez- Lujan, I. 2018. Característica y distribución de la batimetría, parámetros fisicoquímicos y sedimentos de sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca – Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias Biológicas, Centro de Investigaciones Costeras, UNICACH.
- Rodríguez, C. J. De. J, Linero, C.J. y Barros, O. L. J. 2018. Caracterización morfométrica de una laguna costera neotropical (Ciénaga el Chino, Magdalena– Colombia). *Universidad del Magdalena. Intropica*. 13 (1):21-29.
- Salas, L. R, Mamani, C. J. S, Barboza, C. E. y Torres, G. C. 2016. Análisis morfométrico y batimétrico de la laguna de Huamanpata, región Amazonas. *Revista Indes*. 2 (2): 30-38.
- Sanabria, S.D.2006. Conductividad Eléctrica para el método electrométrico en aguas. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Republica de Colombia.7p.
- Sánchez. O, Herzig M, Petres E, Márquez R. y Zambrano L. 2007. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, México D.F.293p.

- Solano, M. F. J. y Salas, G. D. M. 2011. Procesos hidrodinámicos de sedimentación en sistemas lagunares continentales de la zona Norte de Costa Rica. Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica. Revista Geográfica de América Central. 2(47) 1-22.
- Soria, G. J. M. y Sahuquillo, L. M. 2009. 1150 Lagunas Costeras (*). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Secretaria General Técnica. Gobierno de España. Pp.303.
- Toledo, G. J. A. 2021. Composición y distribución espacio- temporal de macro invertebrados en la bocabarra del sistema lagunar La Joya Buenavista, Tonalá, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Biológicas .Centro de Investigaciones Costeras. Tonalá, Chiapas.
- Torres, O. R. E. B. y García, C. J. L. 1995. Introducción al manejo de datos limnológicos. Universidad Autónoma Metropolitana. UAM, Unidad Iztapalapa. 130p.
- UNESCO. 2006. Guía metodológica para la elaboración del mapa de zonas áridas, semi-áridas y sub-húmedas secas de América Latina y el Caribe. CAZALAC. Documento técnico del PHI-LAC (3). 45 p.
- Varona, C. F. y Gutiérrez M.F.J. 2003. Estudio multivariado de la fluctuación espacio-temporal de la comunidad fitoplanctónica en dos lagunas costeras del estado de Chiapas. Hidrobiológica 13:(3) .177-194.
- Vera, B. K. E. y Zambrano, Z. M. M. 2019. Evaluación del polvo de Moringa (M.oleifera) para remoción de sólidos suspendidos totales en agua residual del Calma municipal de Calceta. Informe de trabajo de titulación. Medio Ambiente. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. ESPAM MFL. 57p.
- Vila, S. J., Varga L. D., Llausas P. A. y Ribas, P. A. 2006. Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una

interpretación desde la geografía. Universitat de Girona, Unitat de Geografia, Institut de Medi Ambiente. Doc. Anal. Geogr. 48: 151-166.

Yáñez, A. A. 1987. Lagunas Costeras y Estuarios: Cronología, criterios y conceptos para una clasificación ecológica de Sistemas Costeros. Revista de La Sociedad Mexicana De Historia Nacional, 54(3)1-36.

Zamora., R. y Esnaola, J. 2013. Ayudantía Estadística IV. Sociología. Guía y procedimiento en "R" .Universidad de Chile.14p.